

平成25年度経済産業省
安全性向上原子力人材育成委託事業

成果報告書

提案事業タイトル :

「安全・防災への意識が高く幅広いエンジニアリング素養を身に付けた、
原子力関係の専門的で実践的な技術者の育成」

代表者名 : 校長 松田 理

実施期間 : 平成25年 7月22日～平成26年 3月14日

平成26年3月

独立行政法人国立高等学校機構
福井工業高等専門学校

目 次

1. 目的・背景	1
2. 実施概要	2
3. 実施計画	
3-1 原子力教育プログラムの充実	3
3-2 共同教育	7
3-3 サイエンスクラブ	8
4. 事業実施体制	9
5. 実施内容（原子力教育プログラムの充実）	
5-1 低学年における原子力導入教育	12
5-2 一般科目教育課程（物理関連）における原子力・放射線関係授業の実施	13
5-3 電気電子工学科における原子力・電気電子制御技術授業	
・ 電子創造工学	14
・ 電力システムⅠ	15
・ 電気電子工学実験Ⅲ	16
・ 卒業研究	17
・ 計測工学Ⅱ	18
5-4 環境都市工学科における原子力安全・防災・危機管理関係授業	
・ 環境都市工学実験実習Ⅱ	20
・ 海岸工学	21
5-5 機械工学科における原子力安全・防災、制御技術関係授業	
・ 材料学Ⅱ	23
・ C言語応用	24
・ 創造工学演習	25
・ 材料科学、機械工学実験Ⅱ	26
5-6 物質工学科における原子力・放射線関係授業	
・ 物質工学実験Ⅰ	28
・ 卒業研究	29
・ 放射線概論	30
5-7 電子情報工学科における原子力安全・防災、放射線関係授業	
・ 電子工学基礎	32
5-8 専攻科における原子力安全・防災・危機管理、放射線関係授業	
・ 都市防災システム	34
・ 動的構造デザイン	35
・ 生産材料工学	36
・ 計測・制御工学	37

・ 地球物理	38
6. 近隣の(財)若狭湾エネルギー研究センター、(独)日本原子力研究開発機構、原子力関連企業、各種団体、大学と連携した共同教育(インターンシップ、校外研修(施設見学会)、特別講演会)の実施	
6-1 インターンシップ	40
6-2 校外研修	41
6-3 特別講演会	45
7. サイエンスクラブ	
7-1 工作体験	48
7-2 体験授業	49
7-3 出前授業	50
8. まとめ	51

1. 目的・背景

一昨年3月に発生した東日本大震災により、東京電力㈱の福島第一原子力発電所では未曾有の大事故が起り、その事故の収束に向けた道筋や取組み等は、世界的にも注目されている。また、この事故を契機に、太陽光、地熱、風力、バイオマスといった再生可能な自然エネルギーの活用が大きく見直されつつあるが、技術的な成熟度が低く、さらに周囲環境との調和等の諸問題を解決する必要があり、現時点で我が国の産業基盤を維持することは困難であると考えられている。

本校が位置する福井県には原子力発電所が14基設置され、有数の電力供給地域であり、また地域の産業基盤ともなっている。本校では、原子力立地県に位置する技術者育成の高等教育機関として、全学科の学生に放射線に対する正しい知識と理解を基礎的素養として身に付けさせることを主眼とし、電気電子工学科が先導する形で各学科に必要な原子力教育を実践してきた。大震災後の技術者教育として、放射線に対する基礎的素養を身に付けさせることの必要性は今後も変わらないと判断されるが、原子力施設の安全性・防災・危機管理に関する教育を導入することが重要になってくると考えられる。そのため、本校では、安全・防災を意識した原子力関連技術者教育を、高専の5年間、専攻科を含めると7年間の一貫技術者教育体制の中で、各学科の特長を生かしながら構築したいと考えている。

本校には、中学卒業後5年間学ぶ本科（準学士課程）に5学科（機械工学科、電気電子工学科、電子情報工学科、物質工学科、環境都市工学科）と一般教養を担当する一般科目教室があり、本科卒業後2年間学ぶ専攻科（学士課程）には2専攻（生産システム工学専攻、環境システム工学専攻）が設けられている。本事業では、低学年では一般科目教室物理系教員が主となり、全学科対象の放射線に関する教育を行う。高学年では従来からの学科毎に工夫した放射線やエネルギーに関する教育、原子力基盤技術としての電子制御技術等の教育を実践するが、昨年度から環境都市工学科が主体となり、安全性、防災対策、危機管理に関する教育を実施しており、今年度も継続的に推進したいと考えている。

また、これまでに近隣の原子力関連機関・企業と連携して、原子力に関する共同教育（校外研修、インターンシップ、特別講座・講演会）を実施してきたが、本プログラムでも推進したいと考えている。

本プログラムにより、具体的には、以下のような技術者、研究者の育成を目指している。

- ① 原子力産業界に必要な実務的、かつ実践的な開発能力を持った専門技術者
- ② 原子力工学のみならず、機械、電気電子、情報、化学、材料、バイオ、建築、建設等の多くの基盤技術分野に関する知見を持った技術者
- ③ 放射線及び原子力施設の安全性、防災対策、危機管理に関する基礎的素養を持った技術者

現在本校には、原子力工学関連学科は設置されていないが、5つの学科（総定員200名）から過去3年間に20名以上の卒業生が原子力関連企業に就職しており、これまでに200人以上の本校卒業生が県内外の原子力関連事業所で活躍している。原子力発電所などの原子力関連施設においては、原子炉以外はほとんどが一般的な機械工学、電気工学、情報工学、化学工学、建設工学などの工学技術でまかなわれており、本校の果たす人材輩出を含めた教育的役割は大きいと考えられる。

2. 実施概要

学校全体で、安全・防災への意識が高く幅広いエンジニアリング素養を身に付けた、原子力関係の専門的で実践的な技術者の育成を目指し、以下のプログラムを実施した。

- (1) 原子力施設の安全・防災・危機管理知識の習得のために、環境都市工学科及び環境システム工学専攻の講義を主として、原子力発電所の地震・津波対策、地域防災計画等に関する教育を行った。特に実験実習では、「原子力防災に関する防災マップづくり」のテーマで実習した。
また、専攻科共通科目「地球物理」の講義では、最新の県内における地震活動の様子や地震災害の様子を紹介した。
- (2) 原子力と放射線の基礎知識の習得のために、1学年の「ものづくり科学」の授業で、原子力導入教育として外部講師による原子力入門講座を開催した。また、2学年物理と4学年工学基礎物理の授業で、物理系教員による放射線に関する講義や実験を行った。
- (3) 原子力関係事業所と関係が深い電気電子工学科及び専攻科において、原子力・放射線関連の専門課程授業を行った。また、物質工学科では放射線、電子情報工学科ではシステムの安全性・信頼性に関する講義を行った。さらに、機械工学科と電気電子工学科では、ロボット機構や電子制御回路技術をコンテスト形式で学ぶPBL型授業を通し、原子力産業で必要な制御技術を実践的に習得した。また、放射線をテーマにした卒業研究(本科)や特別研究(専攻科)に取り組んだ。
- (4) 近隣の(財)若狭湾エネルギー研究センター、(独)日本原子力研究開発機構、原子力関連企業、大学、各種団体等と連携した原子力や防災に関する共同教育(インターンシップ、校外研修、特別講演会)を企画・推進した。
- (5) 本校の課外活動のクラブである「サイエンスクラブ」(所属学生数約42名)において、放射線を題材にした実験に取組み、随時、地元小中学校への出前授業や、地元商店街等での住民を対象にしたデモ実験を実施した。

3. 実施計画

3-1 原子力教育プログラムの充実

本科～専攻科において、以下の安全・防災を意識した原子力・放射線（量子エネルギー）関係の教育プログラムを実践する。

① 低学年における原子力導入教育

福井高専では1学年にもものづくり教育の基礎となる、実験・実習による体験型学習である「ものづくり科学(3単位)」を平成17年度から行っている。この授業を活用し、原子力導入教育として、外部講師による簡単な安全・防災も含めた原子力入門講座を開催する。

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内容
ものづくり科学 (必修・3単位)	1学年・全学科	約 200名	外部講師による簡単な原子力入門の特別講演会

② 一般科目教育課程（物理関連）における原子力・放射線関係授業の実施

2学年物理（必修・2単位）の授業において、原子と放射線に関する次の単元を教授し、霧箱に関する実験を行う。

- ・単元（原子の構造、放射線とその性質）
- ・実験（2学年；霧箱による放射線の飛跡の観察）

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内容
物理 (必修・2単位)	2学年・全学科	約 200名	電子と原子、放射線関係知識を習得する講義と実験

③ 電気電子工学科における原子力・電気電子制御技術授業

電気電子工学科では原子力及び電気電子制御技術に関する教育を次の授業の中で行う。

(1) 電子創造工学（必修・2単位）

- ・PBL型授業によるロボット機構の要素技術の習得

(2) 電力システム I（必修・2単位）

- ・原子力発電の特徴、原子核と原子核反応、核分裂と連鎖反応
- ・原子炉の基本構成と構成材料 ・原子力発電の種類

(3) 電気電子工学実験Ⅲ（必修・4単位）

- ・PIN半導体検出器を用いた放射線検出器の作成

(4) 卒業研究（必修・9単位）

- ・放射線を利用した分析装置を用いた実験

(5) 計測工学 II（選択・1単位）

- ・放射線測定（放射線測定演習実験）

- ・放射線の利用（炭素 14 による年代測定法）
- ・放射線を使った材料分析方法

授 業 名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
電子創造工学 (必修・2単位)	3 学年・ 電気電子工学科	約 40 名	PBL 型授業によるロボット機構の 要素技術の習得
電力システム I (必修・2単位)	4 学年・ 電気電子工学科	約 40 名	原子力発電の基礎知識・技術の習 得
電気電子工学実験Ⅲ (必修・4単位)	4 学年・ 電気電子工学科	約 12 名	放射線検出器の作成実験
卒業研究 (必修・9単位)	5 学年・ 電気電子工学科	約 4 名	放射線実験設備を利用した実験
計測工学Ⅱ (選択・1単位)	5 学年・ 電気電子工学科	約 30 名	放射線の基礎知識と放射線計測方 法の習得

④ 環境都市工学科における原子力安全・防災・危機管理関係授業

環境都市工学科では原子力発電所の安全性、防災対策、危機管理に関する教育を次の授業の中で行う。

(1) 環境都市工学実験実習Ⅱ（必修・3単位）

- ・原子力防災に関する防災マップづくり

(2) 海岸工学（選択・1単位）

- ・原子力施設などにおける津波対策事例と津波対策の実験観察

授 業 名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
環境都市工学実験実習Ⅱ (必修・3単位)	3 学年・ 環境都市工学科	約 40 名	原子力防災に関する防災マ ップづくり
海岸工学 (選択・1単位)	5 学年・ 環境都市工学科	約 20 名	原子力施設などにおける津 波対策事例と津波対策の実 験観察

⑤ 機械工学科における原子力安全・防災、制御技術関係授業

機械工学科では原子力発電所の安全性、防災対策、放射線に関する教育を次の授業の中で行う。

(1) 材料学Ⅱ（必修・2単位）

- ・原子力用材料（ステンレス鋼、ニッケル基合金）の基礎知識の習得

(2) C 言語の応用（必修・1単位）

- ・PBL 型授業によるロボット制御要素技術の習得

(3) 創造工学演習（必修・2単位）

- ・PBL 型授業によるロボット機構の要素技術の習得

(4) 材料科学（選択・1単位）、機械工学実験Ⅱ（必修・3単位）

- ・破壊、疲労、高温強度（クリープ）の基礎知識の習得
- ・原子力用材料の疲労波面のフラクトグラフィ

授 業 名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
材料学Ⅱ (必修・2単位)	3学年・機械工学科	約40名	原子力用材料（ステンレス鋼等）の基礎知識の習得
C言語応用 (必修・1単位)	3学年・機械工学科	約40名	PBL型授業によるロボット制御要素技術の習得
創造工学演習 (必修・2単位)	3学年・機械工学科	約40名	PBL型授業によるロボット機構の要素技術の習得
材料科学 (選択・1単位)	5学年・機械工学科	約35名	破壊、疲労、高温強度（クリープ）の基礎知識の習得
機械工学実験Ⅱ (必修・3単位)	5学年・機械工学科	約35名	原子力材料の破壊事故解析技術の習得

⑥ 物質工学科における原子力・放射線関係授業（選択・1単位）

物質工学科では原子力発電・放射線に関する教育を次の授業の中で行う。

(1) 物質工学実験Ⅰ（必修・2単位）

- ・北陸原子力懇談会の協力による環境放射能測定実習
- ・原子力発電所の見学研修

(2) 放射線概論（選択・1単位）

- ・放射線壊変、核反応、自然放射線環境、放射線測定方法
- ・RI製造・分離、原子炉、放射線関連事故

授 業 名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
物質工学実験Ⅰ (必修・2単位)	2学年・物質工学科	約40名	北陸原子力懇談会の協力による環境放射能測定実習、原子力発電所の見学研修
卒業研究 (必修・9単位)	5学年・物質工学科	約4名	セシウム濃縮による除染技術に関する研究
放射線概論 (選択・1単位)	5学年・物質工学科	約40名	放射線関係知識の基礎的知識の習得

⑦ 電子情報工学科における原子力安全・防災、放射線関係授業

電子情報工学科では原子力発電所の信頼性、安全性に関する教育を次の授業の中で行う。

(1) 電子工学基礎（必修・2単位）

- ・量子エネルギー（プラズマ・核融合）に関する特別講演会

授 業 名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
電子工学基礎 (必修・2単位)	2 学年・ 電子情報工学科	約 4 0 名	量子エネルギー（プラズマ・核融合）に関する特別講演会

⑧ 専攻科における原子力安全・防災・危機管理、放射線関係授業

専攻科では原子力発電所の安全性、防災対策、危機管理、放射線に関する教育を次の授業の中で行う。

(1) 都市防災システム（選択・2単位）

- ・地域防災計画（原子力災害対策編）に関する基本事項
- ・福井県防災士会と共同した防災教育及び防災関連施設の見学研修

(2) 動的構造デザイン（選択・2単位）

- ・原子力施設の耐震設計法

(3) 生産材料工学（選択・2単位）

- ・破壊力学基礎、疲労破壊、応力腐食割れ、原子力発電所の事故例、フラクトグラフィ

イ

(4) 計測・制御工学（選択・2単位）

- ・原子力発電、放射線、放射線計測

(5) 地球物理（選択・2単位）

- ・地震現象（震度とマグニチュード）、震源と断層運動、地震活動、地殻構造
- ・災害とその減災に向けての試み

授 業 名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
都市防災システム (選択・2単位)	1 学年・専攻科	約 1 5 名	地域防災計画に関する基本事項の基礎知識、福井県防災士会との共同教育
動的構造デザイン (選択・2単位)	1 学年・専攻科	約 1 0 名	原子力施設の耐震設計法の基礎知識
生産材料工学 (選択・2単位)	1 学年・専攻科	約 1 5 名	破壊力学基礎、疲労破壊、応力腐食割れ、原子力発電所の事故例、フラクトグラフィ
計測・制御工学 (選択・2単位)	1 年・専攻科	約 1 5 名	原子力発電と放射線計測技術に関する基礎知識
地球物理 (選択・2単位)	2 年・専攻科	約 2 0 名	地震活動や災害と減災に向けた取り組み等の基礎知識

3-2 共同教育

近隣の（財）若狭湾エネルギー研究センター、（独）日本原子力研究開発機構、原子力関連企業、各種団体、大学と連携した共同教育（インターンシップ、校外研修（施設見学会）、特別講演会）の実施

① インターンシップ

夏期休業期間を利用し、1～2週間、本科4学年8名程度を、原子力・エネルギー関連企業や機関へインターンシップとして派遣する。

② 校外研修

本科2～5年生と専攻科生を対象に、原子力及び防災関連施設での校外研修を計4回開催する。本科生は2年生を対象に、原子力発電所や（財）若狭湾エネルギー研究センター等の原子力・放射線関連施設の見学を主とした研修を行う。環境系の本科生・専攻科生に対しては、原子力施設や防災センター、地殻変動観測施設等において、地震・津波等の防災対策の現地研修を行う。

対象学年・学科	場 所	参加人数
校外研修①： 2学年・電気電子工学科	財団法人若狭湾エネルギー研究センター	約40名
校外研修②： 2学年・物質工学科	北陸電力株式会社志賀原子力発電所	約40名
校外研修③：専攻科1年	人と未来防災センター、神戸港震災メモリアルパーク	約15名

③ 特別講演会・講義

原子力・エネルギー関連機関・企業、大学等と連携し、下記のように計4回、安全・防災も含めた原子力に関する特別講演会・講義を開催する。特に1年生に対しては、原子力導入教育として全学科対象に行う。また、本科4、5年生や専攻科生を対象に、原子力施設の安全性や防災対策に関する内容も含めた講演会を実施する。

対象学年・学科	受講学生数	内 容
講演会 1学年・全学科	約200名	3-1、①で記述
講演会 2学年・電子情報工学科	約40名	3-1、⑦で記述
講演会 4、5学年・ 環境都市工学科・専攻科	約50名	福井県の原子力防災の取り組みの現状について学習するため、原子力規制庁の方による特別講演会を実施する。
講演会 4、5学年・ 電気電子工学科・専攻科	約100名	防災も含めた原子力関連技術について学習するため、有識者による特別講演会を実施する。

3-3 サイエンスクラブ

「サイエンスクラブ」による地元小中学生を対象とした工作体験、体験授業、出前授業を実施

開催回	内 容	場 所	対 象 者	参加人数
1回目	工作体験	本校	小学生とその保護者	親子30組
2回目	体験授業	本校	中学生	約50名
3回目	出前授業	越前市	小中学生	約200名

4. 事業実施体制

実施責任者 校長 松田 理
実務担当者 原子力人材育成プログラム推進グループ長 物質工学科教授 小泉貞之

原子力人材育成プログラム科目担当者

(1) 物理・地球物理

- ①氏 名 岡本拓夫
- ②所 属 一般科目教室
- ③役 職 教授
- ④専門分野 基礎物理学
- ⑤学 位 博士（工学）

(2) サイエンスクラブ

- ①氏 名 加藤清考
- ②所 属 一般科目教室
- ③役 職 准教授
- ④専門分野 素粒子論
- ⑤学 位 博士（理学）

(3) 材料学Ⅱ・材料科学・機械工学実験Ⅱ・生産材料工学

- ①氏 名 安丸尚樹
- ②所 属 機械工学科
- ③役 職 教授
- ④専門分野 材料工学
- ⑤学 位 博士（工学）

(4) C言語応用・創造工学演習

- ①氏 名 亀山建太郎
- ②所 属 機械工学科
- ③役 職 准教授
- ④専門分野 機械力学・制御
- ⑤学 位 博士（工学）

(5) 電力システムI

- ①氏 名 川本 昂
- ②所 属 電気電子工学科
- ③役 職 教授
- ④専門分野 電気電子材料
- ⑤学 位 博士（工学）

(6) 計測・制御工学

- ①氏 名 佐藤 匡
- ②所 属 電気電子工学科
- ③役 職 教授
- ④専門分野 制御工学
- ⑤学 位 博士（工学）

- (7) ものづくり科学・電子創造工学・電気電子工学実験Ⅲ・卒業研究・計測工学Ⅱ
- ①氏名 米田知晃
 - ②所属 電気電子工学科
 - ③役職 准教授
 - ④専門分野 計測工学
 - ⑤学位 博士（理学）
- (8) 電子工学基礎
- ①氏名 野村保之
 - ②所属 電子情報工学科
 - ③役職 教授
 - ④専門分野 プラズマ物理学
 - ⑤学位 理学博士
- (9) 物質工学実験Ⅰ・卒業研究・放射線概論
- ①氏名 小泉貞之
 - ②所属 物質工学科
 - ③役職 教授
 - ④専門分野 分析化学・環境分析・機器分析
 - ⑤学位 理学修士
- (10) 物質工学実験Ⅰ
- ①氏名 後反克典
 - ②所属 物質工学科
 - ③役職 助教
 - ④専門分野 分析化学
 - ⑤学位 博士（理学）
- (11) 動的構造デザイン
- ①氏名 吉田雅穂
 - ②所属 環境都市工学科
 - ③役職 教授
 - ④専門分野 地震工学
 - ⑤学位 博士（工学）
- (12) 環境都市工学実験実習Ⅱ・都市防災システム
- ①氏名 辻子裕二
 - ②所属 環境都市工学科
 - ③役職 准教授
 - ④専門分野 防災工学
 - ⑤学位 博士（工学）
- (13) 海岸工学
- ①氏名 田安正茂
 - ②所属 環境都市工学科
 - ③役職 助教
 - ④専門分野 水工学
 - ⑤学位 修士（工学）

(14) 郊外研修

①氏 名 朝倉相一、石栗慎一

②氏 名 西野純一、後反克典、小寺光雄

③氏 名 辻子裕二、岡本拓夫

(15) 特別講演

①氏 名 米田知晃

②氏 名 辻子裕二、吉田雅穂

5 原子力教育プログラムの充実

5-1 低学年における原子力導入教育

- 【授業名】 ものづくり科学
【実施担当者】 米田知晃
【実施年月日】 平成25年11月20日
【対象学科・学年】 全学科・1学年
【参加人数】 199名
【講師】 日本原子力研究開発機構 西田 優顕
【実施概要】

福井高専では、1学年にもものづくり教育の基礎となる体験型学習「ものづくり科学」を開講している。この授業を活用し、原子力導入教育として、本科1年生200名を対象として、日本原子力研究開発機構敦賀本部 国際原子力人材育成コーディネータの西田 優顕様により安全・防災も含めた原子力入門講座として「放射線・原子力の基礎について」の講座を開催した。講座内容として、日本のエネルギー供給、原子力の始まり、原子力発電について、福島第1原子力発電所事故の概要、放射線の基礎、原子燃料サイクル、原子力災害対策についてお話しいただいた。



特別講演会風景

福井高専大講義室にて、199名の1年生に対し、西田講師が「原子力入門」の講演をしている様子

【成果】

講演終了後にアンケートをとった結果、添付資料のとおり、講演に満足している学生が多く、放射線への関心が高まり、身近に感じるようになったと思っていることが分かった。自由記述の感想も多く、このことから興味関心が高い講演であったことが分かる。なお、アンケートに記載されていた質問事項については、日本原子力研究開発機構のご協力で、学生への回答書を作成していただいた。

【取組の評価と今後の展開】

原子力・放射線の導入教育として十分に効果のある授業であり、高学年へとつながる内容であったと考えている。

【添付資料】

- 1) 講演時の配付資料

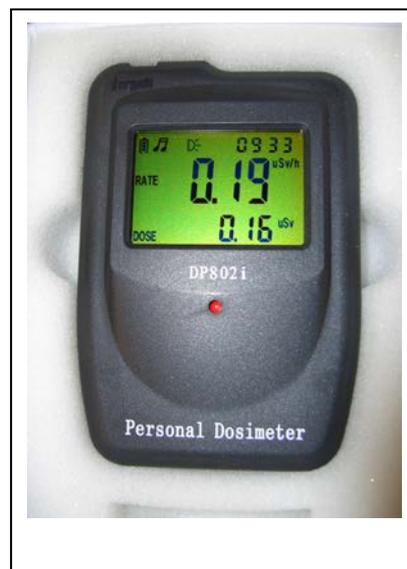
5-2 一般科目教育課程（物理関連）における原子力・放射線関係授業

- 【授業名】 物理
【実施担当者】 岡本拓夫
【実施年月日】 平成26年1月27日 ～ 平成26年2月4日
【対象学科・学年】 全学科・2学年
【参加人数】 約200名
【講師】 岡本拓夫
【実施概要】

22年度は飛跡の実験、23・24年度は飛跡と線量の測定の実験、今年度は飛跡と線量の測定に加え紫外領域の電磁波強度についても言及する予定である。すなわち、可視領域から放射線の領域まででふれることにより、放射線についての正しい知識の習得を図ることを考えている。

【成果】

学生達の様子を昨年度まで見てみると、放射線の線に対するイメージとして、見えないことによって恐怖を感じていたが、霧箱の実験を通してイメージできるようになった。放射線量の測定より、学内における放射線量の分布への興味、特に規定値に対する認識が持てるようになったと考えられる。福井高専内では、基準値以下である認識ができた。今年度は、紫外領域より放射線領域至る電磁波の知識が得られるものと、期待される。



【取組の評価と今後の展開】

紫外領域はより高周波になると殺菌能力や炎症の原因になり、放射線の領域に繋がっていくことを認識させる。しっかりとした電磁波のイメージを持たせる事で、放射線についての極端な抵抗や偏見を払拭し、正しい理解のもとに通常どのような場所でも放射線が存在している事を理解させる。学校内を計らせることにより、放射線が身近に存在し放射線を持つ物質があること、規定値を越える事は自然界ではほぼないことを理解させる。

【文献】

- 1) 昨年度・一昨年度原子力人材育成報告書（経済産業省）

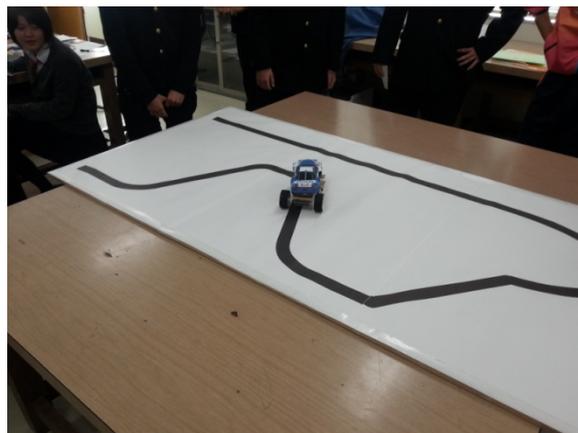
5-3 電気電子工学科における原子力・電気電子制御技術授業

- 【授業名】 電子創造工学
【実施担当者】 米田知晃
【実施年月日】 平成25年10月2日 ～ 平成26年2月25日
【対象学科・学年】 電気電子工学科・3学年
【参加人数】 43名
【講師】 米田知晃
【実施概要】

創成型学生実験である「電子創造工学」では、3年電気電子工学科の学生全員（43名）が後期15週で簡単な電子回路とArduinoで動作する2種類のライントレースマシンを製作する。それぞれのマシン製作の最後に競技会とプレゼンテーションを実施し、Arduinoで動作するマシン製作については、Arduinoに関する実験および車体設計・機構に関する講義を実施している。実験終了後のアンケート結果から、難易度が高く、やや時間が短いと感じているが、満足度が高いことが分かる。また、学生のコメントから本実験により自発的・積極的な行動につながっていることが分かり、本実験の有用性を示すことが出来る。創成型学生実験として新設した「電子創造工学」として、「Arduinoで動作するライントレースマシンの製作実験」を実施した。



電子創造工学の授業風景



製作したライントレースマシン

【成果】

アンケート結果から、「ものづくり」の楽しさや達成時の喜びを感じられる実験内容であること、学生がある程度の負荷を感じているが十分にクリアできる課題であると感じていることを示しており、適切な内容であるといえる。本実験の満足度は全般的に高く、創成型学生実験として有用であり、原子力産業に必要な要素技術である設計・制御・電子回路・計測などの基礎的な知識を得ることが出来ている。

【取組の評価と今後の展開】

今後、除染ロボットや様々なロボットが求められおり、機械、電気、情報が強く関連する知識が必要になるため、継続的に原子力に必要な基礎知識として実施する必要がある。

【添付資料】

- 1) アンケート結果

- 【授業名】 電力システム I
【実施担当者】 川本昂
【実施年月日】 平成25年10月 3日 ～ 平成25年10月31日
【対象学科・学年】 電気電子工学科・4学年
【参加人数】 約41名
【講師】 川本昂

【実施概要】

電力システム I で実施した講義項目を以下に示す。

- (1) 原子力発電の特徴、原子核と原子核反応、核分裂と連鎖反応
- (2) 原子炉の基本構成と構成材料
- (3) 原子力発電の種類
- (4) 原子力発電の安全性と事故。

一昨年、原子力人材育成の事業で購入した「原子力発電モデル発電器」、「原子力燃料模型」、昨年購入した簡易放射線検出器や放射線鉱物標本、組立ガイガーカウンターを用いるなど実験を伴う授業を実施した。原子力発電の安全性については、昨年、原子力人材育成事業の一環として特別講演をお願いした、長岡技術科学大学原子力安全系教授三上喜貴先生の講演資料「福島事故から考えるシステム安全」を活用するなどして原子力施設の安全性や防災対策に関する講義を行った。



「福島事故から考えるシステム安全」
長岡技術科学大学教授 三上喜貴先生

【成果】

原子力発電の座学は、本事業実施以前に作成したテキストと副読本である資源エネルギー庁編集の「原子力2010」を用いて行なった。授業時間は12時間で、内容は次の通りである。(i) 世界のエネルギー資源、(ii) エネルギー資源と地球環境問題、(iii) 日本の一次エネルギーと発電電力量、(iv) 原子力発電の特徴、(v) 原子核と原子核反応、(vi) 核分裂と連鎖反応、(vii) 原子炉の基本構成と構成材料、(viii) 高速増殖炉、(ix) 原子力発電の安全性とシステム安全、(x) 原子力発電所事故。原子力人材育成の事業で購入した「原子力発電モデル発電器」、「原子力燃料模型」、昨年購入した簡易放射線検出器や放射線鉱物標本、組立ガイガーカウンターを用いた実験を伴う授業は好評であった。原子力発電の安全性については、昨年の講演資料「福島事故から考えるシステム安全」を活用して原子力施設の安全性や防災対策に関する理解を深める授業を行った。授業終了後、試験を行なったところ平均点が86.7点となり、原子力発電に関する基礎知識は習得されたものと思う。

【取組の評価と今後の展開】

原子力・放射線技術者にとって、原子力発電や放射線に関する基礎知識の習得は不可欠である。そこで、電力システム I では、原子力に関する基礎知識を実践的に習得するため、実習をまじえた授業を行った。具体的には、「原子力発電モデル発電器」と「原子力燃料模型」、学生が製作した簡易放射線検出器と市販のガイガーカウンターを用いて授業展開した結果、学生の

理解と関心を深めることができた。こうした取組の結果、電力会社への就職志望者が大幅に増えた。今後は、原子力発電学習をベースにして原子力発電所の解体に必要な技術開発についても言及していきたい。

【文献】

- 1) 日本原子力文化振興財団発行、「原子力 2010」
- 2) 「原子力のことがわかる本」、舘野 淳、数研出版、東京、2003.

【授業名】 電気電子工学実験Ⅲ (PIN 半導体検出器を用いた放射線検出器の作成)

【実施担当者】 米田知晃

【実施年月日】 平成25年9月30日 ~ 平成26年2月3日

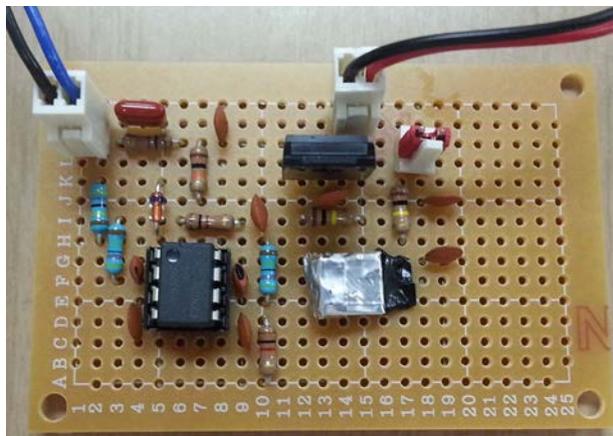
【対象学科・学年】 電気電子工学科・4 学年

【参加人数】 約 12 名

【講師】 米田知晃

【実施概要】

電気電子工学科 4 年後期に実施しているテーマ選択型の学生実験である。そのため、1 グループ 4 名の学生が 4 週間の実験を計 3 回実施した。この実験では、PIN フォトダイオードを用いた放射線検出回路を作製し、実際に自然放射線の測定と放射線源 (マントル：トリウムを含む) の測定を行い、放射線の理解と共に統計的なゆらぎによる影響について検討した。



作製した簡易放射線量モニターキット
PIN フォトダイオードを使用した放射線検出回路。PIN フォトダイオードで検出した信号を増幅し、波形を出力。



放射線検出回路からの出力波形
放射線源であるマントルを PIN フォトダイオードに近付けた時に計測される波形。バックグラウンドに対して十分大きな波形が計測されている。

【成果】

放射線検出に必要な電子回路 (トランスインピーダンス回路、増幅回路) について理解を深めた。また、寄生容量などによって異常発振現象が生じるなどオペアンプの特徴的な周波数特性や静電ノイズなどの対策によって大きくノイズが変化することも経験を通して理解することが出来た。

【取組の評価と今後の展開】

PIN フォトダイオードを用いた簡易的な放射線検出器を作成することによって、放射線検出回路に使用される様々な回路（トランスインピーダンス回路等）について学習することが出来ており、放射線計測の基礎についても学習しており、電気電子工学科における放射線教育の実験テーマとして適切であると考えている。一方、今回作製した回路からの出力では単純にカウントすることが出来ないため、さらなる波形整形とマイコンを用いたカウント回路を製作する必要がある。

【授業名】 卒業研究

【実施担当者】 米田知晃

【実施年月日】 平成25年4月1日 ～ 平成26年3月17日

【対象学科・学年】 電気電子工学科・5学年

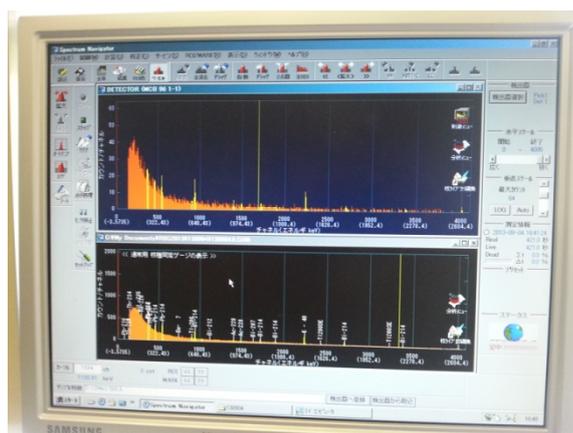
【参加人数】 4名

【講師】 米田知晃

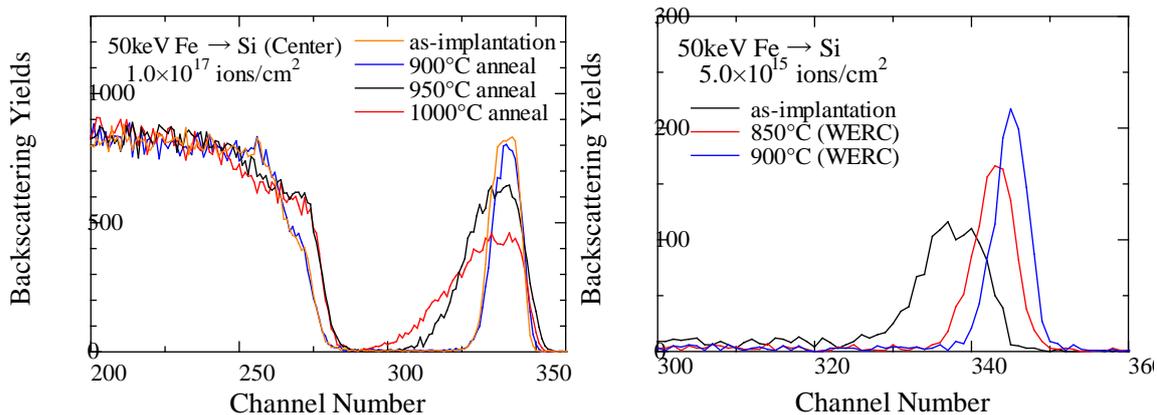
【実施概要】

卒業研究として実施している「エネルギー分析可能な簡易型シンチレーション型放射線検出器の作成」において、波形整形の電子回路の作製と波形計測ソフトウェア開発を行い、シンチレーション型放射線センサと組み合わせることでエネルギー分析可能な放射線検出装置の試作を行い、この試作装置の校正のため、神奈川大学中田研究室にて Ge 半導体検出器を用いた放射能測定実験を行った。

「Siへの鉄イオン注入による β -FeSi₂ナノ結晶生成に関する研究」において試料作製のため、神奈川大学中田研究室にてイオン注入実験を実施し、作製した試料の分析のため若狭湾エネルギー研究センターの装置であるラザフォード後方散乱分光法（RBS）を使用した。



Ge 半導体検出器を用いた放射能核種分析実験の実験風景と測定したエネルギースペクトル



50keV の鉄イオン注入した Si の RBS 測定結果

【成果】

Ge 半導体検出器を用いた放射能核種分析実験を実施し、ウラン鉱やマンタルなどの放射線源のエネルギースペクトルを測定し、放射性元素から放出される放射線には様々なものがあり、そのエネルギーを評価することでどのような核種が存在しているかを決定することが出来るといふ核種分析の重要性を認識することが出来た。

RBS は放射線である α 線を基板に照射し、後方散乱する α 線を放射線検出器によるエネルギー分析を行うことで、基板表面に存在する元素の深さ方向分布を測定することが出来る。このような放射線を利用した高度な材料分析装置を使用することで、放射線の理解を深めると共に放射線管理区域に設置されている実験設備等の見学を行うことで放射線防護に関する知識についても理解を深めることが出来た。また、注入量の異なる試料における熱処理依存性について RBS 測定を行った。その結果から、イオン注入によって生じた欠陥によって鉄シリサイドが形成されていることが予想される結果が得られた。

【取組の評価と今後の展開】

放射線検出装置の製作および放射線を利用した研究を卒業研究の一環として実施している。これらの研究を通して、様々な形での放射線への理解が深まる機会を提供したいと考えている。原子力人材育成事業を継続的に実施するためにも、放射線検出に関する基礎的な研究および放射線を利用した研究を継続的に実施する予定である。

- 【授業名】 計測工学Ⅱ
- 【実施担当者】 米田知晃
- 【実施年月日】 平成25年4月12日 ～ 平成25年8月1日
- 【対象学科・学年】 電気電子工学科・5学年
- 【参加人数】 39名
- 【講師】 米田知晃
- 【実施概要】

福井高専電気電子工学科では、5年生の学生を対象とした計測工学Ⅱを選択科目として開講している。この科目では、材料物性や電気・電子回路の知識が必要である放射線計測技術に関する具体的知識を学習する。具体的には、放射線同位元素、崩壊、半減期、放射線と物質の相

相互作用、放射線の単位・遮蔽効果、放射線検出器、放射線計測に必要な電気・電子回路、放射線が生物に与える影響、放射線を用いた応用技術について学習する。

【成果】

この授業の結果、放射線に関する基礎的な知識を得ることができたと考えている。この授業とは別に実施している放射線計測により、授業を補完するような形で放射線に関する基礎的な知識を得ている。

【取組の評価と今後の展開】

近年の原子力発電所事故に伴い、生物影響の説明を少し詳しく実施していたが、これらの内容に対する関心度が以前に比べて下がってきているように感じている。そのため、少し生物学的な内容については学生が関心を持って取り組めておらず、改善が必要である。今後は、計測技術をより詳しく説明するような内容に変更すると共に、放射線計測の演習との関連性を強くするため時期を変更することで、より原子力・放射線教育の効果を高めると考えている。

【添付資料】

1) アンケート

5-4 環境都市工学科における原子力安全・防災・危機管理関係授業

- 【授業名】 環境都市工学実験実習Ⅱ
 【実施担当者】 辻子裕二
 【実施年月日】 平成25年10月1日 ～ 平成25年2月4日
 【対象学科・学年】 環境都市工学科・3学年
 【参加人数】 46名
 【講師】 辻子裕二
 【実施概要】

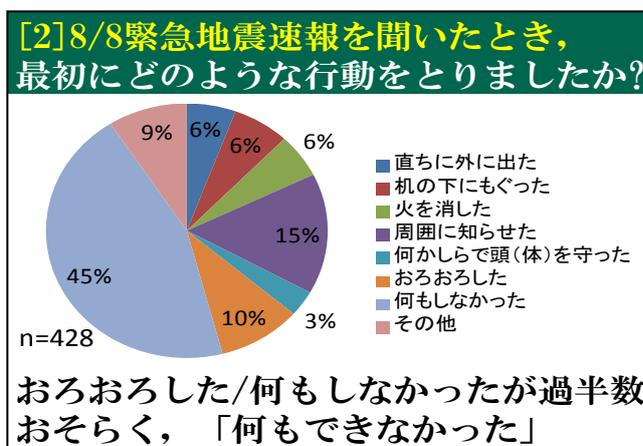
環境都市工学実験実習Ⅱは対象学年である3年生を12のグループに分け、12週に渡り幾つかの実験や実習を実施する。本事業に関する実習は「GIS」と銘打たれ、学生は2週に渡ってこの項目の実習を体験する。GIS（地理情報システム）を用いた地図作成手法を学ぶ中で、計測・入力対象データを放射線量率とし、マッピングされた地図により空間的理解を深める。加えて、原子力に関する学習を行い、最終成果として原子力防災マップ（チラシ、ポスター）を作成する。

第1週目に高専敷地内における平時の放射線量率をGMサーベイメータを用いて測定し、その結果をGISを用いてマッピングする。第2週目はプレゼンテーションソフトを用いて原子力事故の際に行動に移し易いハザードマップ（ポスター）を作成し、成果としている。

なお、本実習は前期に実施される実習項目「防災マップ」と深く関連する。この「防災マップ」では一般防災に対する現地調査、ポスターづくり、防災アイテムづくりを実施している。後期の「GIS」では、前期の経験を踏まえた上で原子力防災への理解が深まるように設計している。

【成果】

前期に実施している「防災マップ」実習における防災アイテムづくりを通じて、知識と行動の結びつきの重要性を理解させた。今年度前期（8月8日）に流れた緊急地震速報（後に誤報と報道）の際の行動調査結果（右図）から、知識（緊急地震速報の意義の理解）があっても行動に直結するわけではないことが確認された。後期の実習では、知識をいかに行動に結びつけるかに重点を置き、比較的時間猶予のある原子力事故時に冷静な行動をとってもらおうためのマップ（ポスター）づくりを行うことができた。



福井県内の一般市民に対して実施した緊急地震速報時の行動に関するアンケート調査結果（福井高専辻子研究室調査）

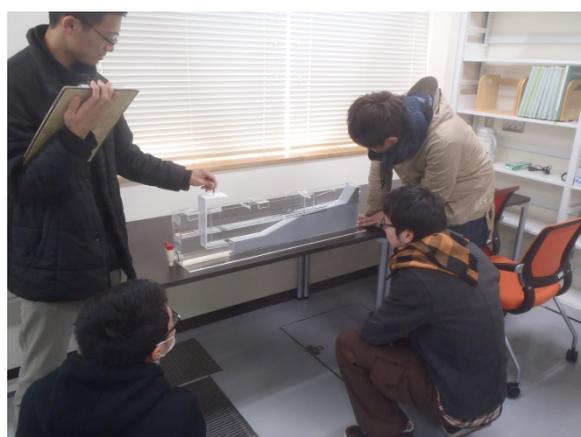
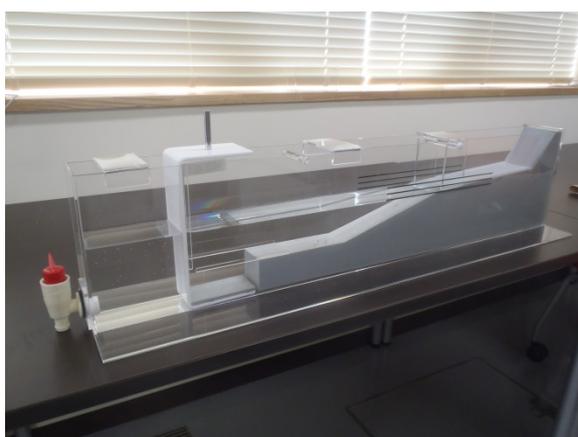
【取組の評価と今後の展開】

リスクの概念に始まり、他のリスクとの比較を通じて、原子力事故時の被曝リスクについての学生の理解が深まった。特に安定ヨウ素剤の服用に関して、学習前後の学生各位の理解が異なることが多かった。これは、福井県が昨年度に出した原子力事故時の交通渋滞シミュレーション結果とプルームによる被曝リスクとの関係を把握したことに起因していると推定される。

福井県では、平成 25 年度に各所で UPZ 圏内における地域防災計画（原子力災害対策編）が策定されている。これを受けて、県内の教育機関ではマニュアル作成を進める予定となっている。今後は、同マニュアルとの整合性をとったマップ（ポスター）づくりを進める必要がある。

- 【授業名】 海岸工学
【実施担当者】 田安正茂
【実施年月日】 平成 26 年 1 月 21 日
【対象学科・学年】 環境都市工学科・5 学年
【参加人数】 8 名
【講師】 田安正茂
【実施概要】

環境都市工学科 5 年生の選択科目である海岸工学の講義において、東北地方太平洋沖地震による津波災害について、海溝型の地震による津波発生メカニズムや GPS 波浪計による津波の計測データなどを示し、今回の地震による津波がどのような規模で発生したのかを解説した。また、福島第一原子力発電所で発生した津波によって引き起こされた過酷事故に対して、どのような対策が必要であったかなどの議論を行った。その後、水理実験室において「津波の発生モデル実験器」を用いた実験をおこない、津波の発生と伝播について学習をおこなった。



「津波の発生モデル実験器」を用いた実験
海岸工学の授業において実施した津波の発生と伝播に関する実験の様子

【成果】

東北地方太平洋沖地震による津波災害について、そのメカニズムや被害を大きくさせた要因などについて、簡易な実験装置を使用した実験などを通して、知識の定着を図ることができた。海岸工学の授業において学習する知識が、海岸保全のためにだけに活用できるものではなく、

原子力施設などにおいても非常に重要な分野であることを強く認識させることができた。また、原子力発電所のような重要施設において、海岸工学の知識を用いたアプローチが貢献できる要素を認識した上で、海岸工学を学ぶことができたと考えられる。

【取組の評価と今後の展開】

海岸工学が原子力産業にとって重要な学問であることを認識させることができた。また、海岸沿いに立地する原子力発電所が持つ津波に対するリスクを十分に理解させることができた。今後の展開としては、海岸工学の知識を原子力防災に生かしていく方策などについて議論する講義内容を実施していく予定である。

5-5 機械工学科における原子力安全・防災、制御技術関係授業

- 【授業名】 材料学Ⅱ
【実施担当者】 安丸尚樹
【実施年月日】 平成25年10月21日、平成25年11月 5日
【対象学科・学年】 機械工学科・3学年
【参加人数】 43名
【講師】 安丸尚樹
【実施概要】

機械系工業材料の授業（材料学Ⅱ）において、ステンレス鋼を主とした原子力材料の基礎知識を教授した。ステンレス鋼にはCr系（フェライト（ α ）系とマルテンサイト系）とCr-Ni系（オーステナイト（ γ ）系）があり、その特性や耐食性が優れる理由等を解説した。さらに、原子力材料は耐食性に優れる γ 系が使用されるが、応力腐食割れ等の安全に関する問題があり、事故例や原発の定期点検で検査することの必要性を説明した。

【成果】

原子力材料として使用量の多いステンレス鋼について、その分類、合金成分、結晶構造、耐食性に優れる原理、基本特性、材料記号、応用例等を解説した。特に γ 系は、耐食性が最も優れるステンレス鋼であるため、化学系コンビナートや原子力発電所等に多用されている。しかし応力腐食割れ、粒界腐食、鋭敏化等の局部腐食の問題があり、技術者として必要な基礎知識として、その危険性も認識することが重要になってきている。この授業では、ステンレス鋼の有効性と同時に、油断すると危険な事故に発展する可能性があることを、福井県内の原発の事故例を含めて解説することにより、安全に関するより身近な基礎知識として学生に理解させることができた。

<原子力材料；ステンレス鋼>

- (1) Cr系；強磁性
 - ① フェライト（ α ）系
b. c. c.、安価なステンレス
 - ② マルテンサイト系
焼入硬化、ステンレス刃物等
- (2) Cr-Ni系；非（常）磁性
 - ① オーステナイト（ γ ）系
f. c. c.、耐食性が最も優れる。
 - ◎応力腐食割れ等の局部腐食対策

講義概要；原子力材料としてのステンレス原子力発電所で多用されているステンレス鋼について基礎知識を教え、応力腐食割れ等の安全に関する問題を説明。

【取組の評価と今後の展開】

ステンレス鋼の特性を解説するだけでは、安全に関わる問題であることを学生に認識させるのには不十分であると考えられる。この授業では、原子力発電所の事故や定期点検と関連づけることで、学生にとって身近な話題となり、技術者として必要な安全に関する基礎知識であることを理解させることができた。今後は事故例をさらに調査し教材を充実することで、単に材料の基礎知識を教えるだけでなく、学生の安全に対する認識を深めたいと考えている。

【文献】

- 1)大西、小川、津田、安丸著、材料工学の基礎、(朝倉書店、1995)

- 【授業名】 C言語応用
【実施担当者】 亀山建太郎
【実施年月日】 平成25年 4月12日 ～ 平成25年 8月 8日
【対象学科・学年】 機械工学科・3学年
【参加人数】 約43名
【講師】 亀山建太郎

【実施概要】

本実習では、近年の製品の高機能化に伴い、機械の情報化・知能化に必要な不可欠となりつつある組み込みプログラムに関する知識の習得を目的として、Arduinoマイコン搭載ロボットのプログラムによるセンサやモータの制御法について演習を行った後、ロボカップ¹⁾のルールに準じたサッカーのプログラムを製作し、競技大会によりその優劣を競うという実習を行う。



サッカー大会
説明：学習の総まとめとして、機械工学科と電気電子工学科の学生（3年）が対抗試合をしている様子

【成果】

実習により、学生は、現在最もよく使われているマイコンのひとつであるArduinoのプログラムをC言語で製作する手順と、プログラムによりセンサとモータを制御する方法を身につけることが出来た。また、これらの技術は汎用性があり、異なるシステムを対象とした場合も応用可能であるため、本実習を修めた学生は、上記構成のメカトロシステム制御の基礎を身につけることが出来たとと言える。また、基礎学習の後には、サッカーロボットのプログラミングを行い、ロボットの行動計画手法を学んでいる。この際、ロボットがセンサにより取得するデータにはノイズが混入していることから、パソコンのプログラムと異なる、不確かな情報に基づくプログラム設計が必要となる。このような経験は、実機を対象とした経験からしか得ることが出来ないため、本実習を修めた学生は、災害対応ロボットなど、不測の事態に対応するための機械システムを設計・製作するための基礎能力を身につけることが出来たとと言える。

【取組の評価と今後の展開】

本実習は、メカトロシステム制御の基礎について、実機を用いた実習により習得することを目的として計画されたものであり、その目的は十分に達成できたと言える。今後の展開としては、ロボットのプログラミングでは、パソコンのプログラミングと異なった問題が発生するということを認識するだけでなく、その解決法を積極的に考案できる能力を育むカリキュラムとすることが望まれる。本カリキュラムは継続実施する予定であるが、地域のイベントへの出展や小中学校への出前授業、社会人等の学生以外を対象とした講習会などにも積極的に活用していく予定である。

【文献】

- 1) ロボカップ日本委員会、ロボカップHP：<http://www.robocup.or.jp/>

【授業名】 創造工学演習
【実施担当者】 亀山建太郎
【実施年月日】 平成25年10月 2日 ～ 平成26年 2月 5日
【対象学科・学年】 機械工学科・3学年
【参加人数】 約43名
【講師】 亀山建太郎

【実施概要】

本実習では、便利さや使いやすさと引き換えにブラックボックス化が進む製品の機械システム部に焦点を当て、与えられた課題を解決する機構を実際に作り上げる経験をするを目的とする。具体的な課題は、学校の階段を下りながら清掃を行う『階段掃除ロボット』であり、受講者はアイデアのプレゼンを行った後、モータと変速機以外は全て手作りの部品でロボットを製作する。



【成果】

実習において、学生は、有線コントローラで操作するDCモータ4個を用いた階段掃除ロボットを製作した。その際に支給した部品／材料は、アルミ板／パイプ／ベニヤ板等の素材である。学生は、自ら考えた機構を素材から製作するという経験より、設計の重要性や、実際のものづくりと機構学など座学との関係を学ぶことが出来た。また、最終レビューでは、設計したロボットの商品コンセプトのプレゼンと、実地にて動作させながらの詳細機能説明を行った。以上のような、設計物をゼロから製作するという経験と、その制作物を見直すという経験を経て、本実習を修めた学生は、単に作りやすい設計について学ぶのみならず、問題意識を持ちものづくりに臨むという姿勢を身につけることが出来たと言える。

最終レビュー

説明：学習の総まとめとして、実際の階段を利用して、製作した階段掃除ロボットの動きの説明と実証を行っている風景。

【取組の評価と今後の展開】

本実習は、機構学や加工学などの座学と、機械工学実習で学んだ工作技術とを結びつけることを目的として計画されたものであり、その目的は、十分に達成できたと言える。また、さらに、自らのアイデアを、設計・製作を通して形にするという過程により、問題に対するコンセプトの立て方や、設計の重要性を学ぶことが出来た。その結果として、本実習の成果物は、商品としても有望なレベルの物に仕上がった。今後の展開としては、成果物をブラッシュアップし、製品として完成させていくという過程を経験することにより、さらに製品設計に関して知識を深めることができるように、実習をレベルアップしていく予定である。

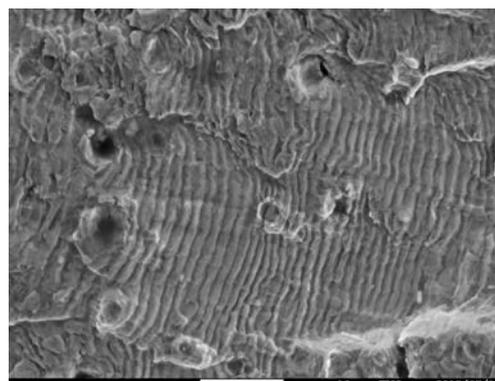
- 【授業名】 材料科学、機械工学実験Ⅱ
【実施担当者】 安丸尚樹
【実施年月日】 平成25年 4月19日 ～ 平成25年10月31日
【対象学科・学年】 機械工学科・5学年
【参加人数】 35名
【講師】 安丸尚樹
【実施概要】

材料科学の授業では、ミクロな視点を含む材料強度に関する基礎知識を教授している。その中で、原子力発電所で問題になっている、破壊、疲労、高温強度（クリープ）に関する基礎知識について、福井県内の原発での事故例を含め解説した。特に疲労破壊に関しては、機械工学実験Ⅱにおいて、疲労破壊した原子力材料（ステンレス鋼）の破面解析（フラクトグラフィ）のテーマを開設し、破壊事故の解析技術を実習させた。

【成果】

原子力発電所のような大型プラントでは、事故がないように十分な安全対策が取られているが、技術者の材料強度に関する知識不足や油断により、危険な事故に発展する可能性がある。材料科学の授業では、材料強度物性（転位論など）を教授し、さらに破壊、疲労、高温強度（クリープ）など、大事故に結びつきやすい基礎知識を解説している。疲労破壊については、福井県内で起こった原発の事故例（蒸気発生装置細管破断事故、ナトリウム漏れ事故）が疲労に関する知識不足や油断が原因の一つになっていることを解説し、安全に関する技術の重要性を学生に認識させることができた。

さらに、機械工学実験Ⅱにおいて、疲労破壊したステンレス鋼の破面解析（フラクトグラフィ）のテーマを開設し、疲労破面には縦縞模様（ストライエーション）が形成されることを走査電子顕微鏡 SEM により観察させた。また、それが事故当時の福井新聞にも疲労破壊の証拠として掲載されたことを説明し、安全対策の重要性と技術者の責任について学ばせることができた。



疲労破面のストライエーション
機械工学実験Ⅱのテーマ「疲労破壊した原子力材料の破面解析（フラクトグラフィ）」で観察されたストライエーションの例

【取組の評価と今後の展開】

原子力発電所で問題になっている、破壊、疲労、高温強度（クリープ）に関する基礎知識について、福井県内の原発での事故例を含めて解説し、さらに疲労破壊に対しては、原子力材料であるステンレス鋼の疲労破壊した破面に対し、フラクトグラフィ技術を用いて解析する実験を体験させた。安全に関わる重要な現象であるが、学生にとっては身近な福井県内の事故例と実験を組み合わせることにより、これらの現象の正しい理解と安全対策の重要性を認識させることができた。今後は事故例をさらに調査し、教材や課題、実験での観察対象を検討し充実す

ることで、技術者としての安全意識を高めたいと考えている。

【文献】

- 1) C. R. パレット他共著：材料科学2（材料の強度特性）、（培風館、1980）
- 2) 小寺沢良一編著：フラクトグラフィとその応用、（日刊工業新聞社、1981）

5-6 物質工学科における原子力・放射線関係授業

- 【授業名】 物質工学実験 I
【実施担当者】 小泉貞之、西野純一、佐々和洋
【実施年月日】 平成25年11月5日、平成25年11月12日
【対象学科・学年】 物質工学科・2学年
【参加人数】 約44名
【講師】 1日目：小泉貞之、2日目：北陸原子力懇談会 野村啓市 尾田幸広
【実施概要】

1日目(11月5日(火))

放射線と放射能、放射線を出す元素、主な放射線(α 線、 β 線、 γ 線、X線、中性子線)、放射線と放射能、放射線に関する単位(ベクレル、Bq、シーベルト、Sv)照射線量、吸収線量、等価線量、実効線量、放射能の種類と透過力、自然放射線から受ける線量、体内、食物中の自然放射性物質、全国の自然放射線量、日常生活と放射線、放射線による影響の現れ方、放射線による人体への影響、放射線から身を守るための三原則(遮蔽、距離、時間)、放射能の減り方、半減期、活躍する放射線、放射線の利用に関する講義を行った。

また、半減期および透過に関する演習をおこなった。

2日目(11月12日(火))

自然放射線(バック・グラウンド)の測定、測定材料を使った放射線測定(付属の試料、鈾石試料など)、線源からの距離の実験(図1)、遮へい実験(材質による違い、および、厚さによる違い)を行った。また、原子力発電の模型の観察等を行った。



図1. 放射線の測定
放射線の距離による減衰を測定している

【成果】

放射線と放射能の区別が可能になった。放射線、放射線と放射能、放射線に関する単位、照射線量、吸収線量、等価線量、実効線量、放射能の種類と透過力、自然放射線から受ける線量、体内、食物中の自然放射性物質、全国の自然放射線量、日常生活と放射線、放射線による影響の現れ方、放射線による人体への影響、放射線から身を守るための三原則、放射能の減り方、半減期、活躍する放射線、放射線の利用を理解させた。また、自然放射線の測定、測定材料を使った放射線測定、線源からの距離の実験(図1)、遮へい実験を行い材質による違い、および、厚さによる違いを理解させた。

【取組の評価と今後の展開】

今年度でこの原子力・放射線授業は6年目を迎え、テキストも最初の頃より充実した内容となっている。本年度、この原子力関係の学習時間数が多くなっているが、物質工学科へは、原子力・放射線関係の求人がまったく来ないことから、今後、学習時間に関しては、縮小を考えなければならない。

- 【授業名】** 卒業研究
【実施担当者】 小泉貞之、後反克典
【実施年月日】 平成25年 4月 8日 ～ 平成26年 2月19日
【対象学科・学年】 物質工学科・5学年
【参加人数】 約4名
【講師】 小泉貞之、後反克典

【実施概要】

本年度の卒業研究では、放射線化学に関連したテーマとして環境試料中の放射性セシウム計測のための分離、定量に関する基礎的研究を行った。環境試料中の各放射性各種の放射能の測定は、波高分析器等の高性能な機械を用いる方法があるが、高価な装置のため設置されている機関は限られている。本研究では、分析化学的手法でセシウムを化学分離し、安価なGM計数管を用いて簡便に放射線計測を行うことを目的とした。実験ではリンモリブデン酸アンモニウムの樹脂を作製し、これにセシウムを吸着させた。本方法について基礎実験を行い、最終的には環境試料への適用を目指すものとする。併せて福島、茨城沿岸域の環境試料のサンプリングについても行った。

【成果】

作製した樹脂のセシウム吸着および溶出の効率を調べた結果、アルカリ元素等のセシウム吸着の妨害となる成分が考えられるため、実試料への適用に向けた検討を現在行っている。この基礎実験と並行して、平成25年9月17日～20日に福島工業高等専門学校および茨城工業高等専門学校を訪問し、環境放射能測定に関する情報交換と、福島県および茨城県の沿岸域の海水、砂試料のサンプリングを行った。特に福島では福島第二原子力発電所から数キロ以内の地域に赴き、福島高専およびいわき地域環境科学会のご協力により貴重な試料と空間放射線データを取得することができた。

【取り組みの評価と今後の展開】

福島、茨城訪問では、試料採取やデータ取得といった研究面で有益なものであったが、それ以上に震災被害の現状や原発事故の影響を目の当たりにすることで同行した学生も感化され、教育的な側面からも大変有意義なものであった。このような機会を与えていただき感謝いたします。今後も継続的に研究を行い、セシウム分析法を確立した上で、採取した試料の分析を進めていく予定である。



水試料採取の様子

福島県四倉海岸の海水試料の採取を福島高専およびいわき地域環境科学会のグループのいわき地域環境科学会のグループの共同で行った。



砂試料の採取および放射線測定の様子

福島県四倉海岸の浜辺にて福島高専のサンプリング道具を用いて砂試料採取と空間放射線量を計測した。

- 【授業名】 放射線概論
 【実施担当者】 小泉貞之
 【実施年月日】 平成25年 4月 8日 ~ 平成25年 7月29日
 【対象学科・学年】 物質工学科・5学年（選択科目）
 【参加人数】 約40名
 【講師】 小泉貞之
 【実施概要】

目的：放射線概論化学の分野では、トレーサー利用や放射化分析、ECDを用いたガスクロマトグラフなど、放射性核種や放射線を用いることがある。放射性核種や放射線の取扱いでは、放射線による被曝を極力抑える必要があり、そのためには放射線に関する正しい知識が必要である。この講義では、放射線に関して入門的な事項を学び、将来、放射性核種や放射線を取り扱う必要が生じた際のより高度な学習の基礎とする。教科書およびプリントを中心に用いて講義を行う。このプリントには、空欄を持つ説明文が記載されており、授業中に説明しながら学生が記入する。また、計算演習問題があり、授業中にすべてできないので宿題とする。次の授業時間の最初に提出することとする。

実施した講義の代表的なタイトルを以下に示す。

福島原子力発電の顛末、放射線と放射能の違い、放射線と放射化学の歴史、放射線（照射線量、吸収線量、等価線量、実行線量）の単位、放射線および放射能の科学的活用、原子質量と結合エネルギー、質量欠損、原子質量単位、放射線の種類（ α 線、 β 線、 γ 線、中性子線）、壊変の種類（ β^+ 、 β^- 、電子捕獲）、壊変図、半減期と壊変定数、作図法から求める半減期、放射能と壊変定数、放射平衡（永続平衡、過渡平衡）、ミルキング、医療に役立つ Tc、天然放射性核種（U 系列、Th 系列、Ac 系列）、人工放射性核種（Np 系列）、年代測定、中性子による放射性核種の製造、核分裂反応、核反応断面積、放射化分析、X 線と物質の相互作用、質量減弱係数、半価層、線エネルギー付与、生物学的効果比、加速装置、陽電子放出型断層撮影、放射線の生物への作用、直接作用と間接作用、DNA 損傷に対するフリーラジカル作用、体内被曝、測定技術（電離箱、比例計数管、ガスフロー型検出器、ガイガーミュラー計数管、シン

チレーション計数管、半導体検出器)、不感時間、回復時間、分解時間、波高分析、個人被爆線量計、ラジオコロイド、標識化合物、ホットアトム化学、放射性核種の製造と分離、同位体希釈法、原子炉、核分裂反応、核融合反応、原子力発電、放射線および放射能に関する事故、国際尺度

【成果】

学生による授業アンケートでは、内容理解ができたと解答した学生は6割程度であった。本講義は、原子力人材育成事業以前から開講していた科目であり、放射線取扱主任者資格の導入程度の高レベルな講義内容のため、学生にとっては難易度が高いものであったと考えられる。本年度は、福島原子力発電所事故や、安定ヨウ素剤の適用等の内容にも踏み込み、原子力事故の原因とその対応策、安全対策の両側面からの講義を行った。今後、より精選を行い学生の内容理解に努めたいと考えている。

5-7 電子情報工学科における原子力安全・防災、放射線関係授業

- 【授業名】 電子工学基礎
【実施担当者】 野村保之
【実施年月日】 平成26年1月23日
【対象学科・学年】 電子情報工学科・2学年
【参加人数】 36名
【講師】 核融合科学研究所 成嶋吉朗
【実施概要】

核融合研究とは、水素原子同士を融合させて莫大なエネルギーを取り出すもので、様々なエネルギー源を比較して核融合の長所・短所を明確にした。また、核分裂と核融合との比較から両者の違いを明らかにした。核融合研究は現在研究途上であり、代表的な実験装置として核融合科学研究所の「大型ヘリカル装置」(LHD)の紹介がなされた。

核融合研究の二つのキーワードとして

- ① 水素原子の核融合 ② 超高温のプラズマ

が挙げられ、

- ① 水素原子の核融合については、そもそもの核反応形態の違いから核分裂と核融合の違いを、また核融合反応のためには高温プラズマが必要であることを分かりやすく説明した。
- ② 超高温のプラズマに関して、物質の第4の状態であるプラズマ状態について説明された。核融合実現のためには、高温・高密度・長い閉じ込め時間が必要である。通常の容器では高温・高密度のプラズマ閉じ込めが不可能なため、浮かせて閉じ込めると言うことを考え、磁力線の「かご」を作りプラズマを閉じ込める磁場閉じ込め方式が研究の主流となっている。その中でも、環状系の磁場閉じ込め方式が工夫され、核融合科学研究所においては、ヘリカルコイルによって磁場を形成して、プラズマ実験を行っている。

また、現時点の国内外での核融合研究の拠点を紹介され、次世代の核融合実験装置として「国際熱核融合実験炉」(International Thermonuclear Experimental Reactor: ITER計画)が建設中であることが紹介され、核融合研究に興味ある学生に対して将来の進路を示された。



電子工学基礎特別講義 講義風景(1)



電子工学基礎特別講義 講義風景(2)

【成果】

① 純粹に放射線について知りたい学生が多いということが分った。成果の確認は、特別講義後のアンケート 1)より項目 4 で確認された。

② プラズマ・核融合と言う新たな原子力エネルギー開発について、興味を持つ学生が数多く見受けられた。成果の確認は、特別講義後のアンケート 2)より項目 3 で確認され、自由記述欄では

- ・ 核融合の知識は若干持っていたが、プラズマやそれらを発生させる装置がどんなのかを知らなかったため、すごく興味がでた。一度装置を直に見てみたい。
- ・ 核分裂と核融合の違いがはっきりとわかった。とてもわかりやすい講義だった。
- ・ 原子力についての講義を増やし、核についての知識を増やせればと思う。
- ・ 核分裂しか知らなかったが、核融合と言う技術を初めて知った。難しい内容を例えて説明してくれたので分かりやすかった。
- ・ 核融合と言う語句しか聞いたことがなかったので、それについての話を聞くことができ良かった。内容は少し難しかったけど少し知ることができたので良かった。
- ・ 核融合によるエネルギーの生産の実現というのはかなり難しいと思うので、これからもがんばって下さい。あと、研究所のでっかい機械も実際に見たいです。

等の意見・感想を得た。

これらの成果は、低学年の特別講義にもかかわらず放射線や核融合に対する興味が高く、原子力への興味を喚起した点において十分な達成度を得た。

【取組の評価と今後の展開】

今回の取り組みでは、核分裂との比較において核融合は本質的に安全性が高いということを理解してもらった。しかしながら、核融合による発電は未だ実現しておらず、今後の継続的な人材育成が必要な分野である。従って、プラズマ・核融合への興味を持たせ続けて、今後プラズマ・核融合へ進む学生を育成することが肝要である。来年度に向けては、高学年向けのより専門性の高い内容として特別講義「核融合研究の最新の動向」(仮題)を行い、研究への関心を深める取り組みを予定している。

【添付資料】

- 1) アンケート結果
- 2) 原子力講演会アンケート (核融合)

5-8 専攻科における原子力安全・防災・危機管理、放射線関係授業

- 【授業名】 都市防災システム
【実施担当者】 辻子裕二
【実施年月日】 平成25年1月9日
【対象学科・学年】 専攻科環境システム工学専攻・1年
【参加人数】 11名
【講師】 辻子裕二
【実施概要】

福井高専は鯖江市と越前市の両市にまたがって立地する。両市において地域防災計画（原子力災害対策編）の専門部会委員として議論を進めている立場から、県の防災計画との対比を含めて防災計画の立て方について教授した。

【成果】

本講義は、本事業に関連する特別講演（講師は福井工業大学原子力応用工学科教授で、鯖江市地域防災計画（原子力災害対策編）策定委員会委員長の寺川氏）を経て実施したため、原子力事故時の被害の概略を理解した上で受講できるようになっている。

当講義の中では、次の点について解説した。

(1) ハザードとバルネラビリティ

原子力事故時、我々が考えるべき脆弱性とは何かについて解説した。

(2) 地域防災計画が出来るまでの道のり

中央防災会議、地域防災会議、防災基本計画、地域防災計画、国民保護法のそれぞれの役割について解説した。

(3) 地域防災計画を理解する上でのキーワード

EAL、OIL、PAZ、UPZ、PPA、安定ヨウ素、避難、移転等のキーワードの意味を解説した。

(4) 原子力事故時の防護措置のポイント

交通渋滞シミュレーション、拡散シミュレーション等の解析結果の概要を説明した。

(5) まとめ

原子力防災に関し、改めて気を付けておきたいことをまとめた。その中で、サイバーコンドリアについても説明し、正しい理解が必要であることを伝えた。

地域防災計画ができるまでの道のり 各防災行政組織の会議

- 中央防災会議－地方防災会議－災害対策本部－非常災害対策本部・緊急災害対策本部
- 防災基本計画（最上位計画）－地方業務計画－地域防災計画（各地方防災会議、首長）
- 国民保護法 平成16年6月成立
「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」
災害についても、国、自治体共同参加の訓練

地域防災計画（原災対策編）の基礎知識 原子力災害対策重点区域（その2）

緊急時防護措置を準備する区域 （UPZ:Urgent Protective Planning Action Zone）

『UPZとは、確率的影響を最小限に抑えるため、先述のEAL、OILに基づき、緊急時防護措置を準備する区域である。UPZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、UPZの最大半径は原子力施設から5～30kmの間で設定されていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね30km」を目安とする。』

⇒30kmの線をどうやって引くのか、だれが引くのか？

出展：原子力規制委員会「原子力災害対策指針 2012年10月31日」、http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/data/saitai_shashin.pdf

どうしても屋外へ出る必要がある場合
 大事なことは慌てないこと。情報を整理して行動

- 徒歩よりは車で移動（昔と変わりました）
 ⇒他の災害と異なることに注意
- マスクなどをする
- 肌を出さないように長袖・帽子を着用する
- 雨に濡れないようにする

原子力災害の場合

仮に100 μ Sv/hを6時間受けると
 600 μ Sv=胃のレントゲン1回分

身近な防護

一般的な災害

持り物は最少限に
 自家用意のものは使わずに
 指示に従い聞き取らぬ

挿絵:旧原子力安全委員会, <http://www.villtokai.lbr.waki.jp/arc-tokai/07bo-go/0go.htm>

原子力防災計画に関する講義資料の一部

【取組の評価と今後の展開】

平成25年3月に、福井県教育庁は学校防災マニュアルを定めた。この時点で県地域防災計画（原子力災害対策編）が改正されていなかったことから、原子力事故対応は先送りとなった。同年12月には広域避難先も示され、教育機関でも原子力事故対応マニュアルづくりが今後本格化する。本講義担当者が防災アドバイザーとして各校を視察する機会があることから、周囲との整合性のとれたマニュアルづくりを推進し、これを教育の場に還元していく必要性を感じている。

- 【授業名】 動的構造デザイン
- 【実施担当者】 吉田雅穂
- 【実施年月日】 平成25年10月7日、平成25年11月11日
- 【対象学科・学年】 専攻科・1学年
- 【参加人数】 7名
- 【講師】 吉田雅穂
- 【実施概要】

10月7日は「東日本大震災における原子力事故」をテーマに授業を行った。まず、福井県発行の「福井県の原子力¹⁾」を使用し、福井県における原子力施設の設置状況と今後の福井県における地震危険度について講義した。また、日本地震工学会発行の「原子力発電所の地震安全に関する地震工学分野の研究ロードマップ²⁾」を使用し、東日本大震災における原子力事故の実態と、シビアアクシデントに至った理由、今後の対応策について講義した。

11月11日は「耐震設計の種類と流れ」をテーマに授業を行った。原子力施設の耐震設計における強震動予測に関して、断層しゅう曲モデルや地震発生説明器



震源モデルを学習する実験装置

等の実験装置を用いて、震源モデルの設定について講義した。

【成果】

地震国日本において原子力施設を建設するには耐震設計が大変重要であること、また、地震時のシビアアクシデントを回避するには、耐震設計に基づく合理的な施設整備に加えて、冗長性のある施設整備が重要であることを講義することができた。

【取組の評価と今後の展開】

「原子力発電所の地震対策」を効率的に習得させるには講義、模型実験、現場見学、専門家による特別講演の4つの教育手段を用いて行うことが理想的である。

【文献】

- 1) 福井県原子力安全対策課：福井県の原子力<別冊>、2008.
- 2) 一般社団法人日本地震工学会：原子力発電所の地震安全に関する地震工学分野の研究ロードマップ、2011.

【授業名】 生産材料工学

【実施担当者】 安丸尚樹

【実施年月日】 平成25年 4月 9日 ～ 平成25年 7月31日

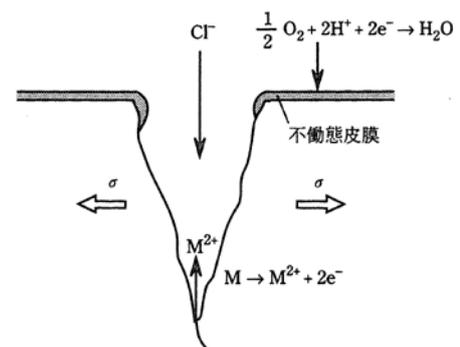
【対象学科・学年】 専攻科・1学年

【参加人数】 13名

【講師】 安丸尚樹

【実施概要】

生産材料工学の講義では、材料の安全性を考慮したデザイン能力を育成するために、原子力技術者に必要な、破壊論、表面工学、環境材料学の基礎知識を教授している。破壊論は破壊力学入門とフラクトグラフィによる破壊解析技術、表面工学は疲労現象と表面改質技術、環境材料学は応力腐食割れと材料に関する環境規制について解説した。特にフラクトグラフィ、疲労、応力腐食割れの項目については、県内の原発における事故例を交えながら説明した。



ステンレス鋼の応力腐食割れの概念図
原子力発電所で問題になっているステンレス鋼の応力腐食割れのメカニズムを説明するための図

【成果】

材料の安全性を考慮したデザイン能力を育成するには、単に破壊現象を定性的に教えるだけでなく、破壊論に基づいた解析能力を身につけさせることも重要と考えている。従って、破壊力学の基礎（表面エネルギー、脆性破壊の条件式、破壊靱性を用いた設計、平面ひずみ破壊靱性試験の解析方法）を教授した後、疲労破壊を疲労き裂成長の破壊力学的取扱いを含め解説した。また、環境破壊については、電気化学的に腐食の原理を説明し、特に原子力材料であるステンレス鋼で問題になっている応力腐食割れ現象を解説した。さらに、破壊解析技術として

のフラクトグラフィを説明したが、これらは原発での事故例を含めて解説し課題を与えることにより、安全を十分に考慮した設計および施工が必要なことや定期点検の必要な理由を学生に認識させることができた。

【取組の評価と今後の展開】

生産材料工学は専攻科生産システム工学専攻の選択科目であり、本科の機械工学科、電気電子工学科、電子情報工学科と異なる出身学科の学生が受講しているため、講義内容には注意し工夫をする必要がある。しかし、材料強度学の内容を安全性に主眼をおいて講義し、県内の原発を主とした事故例と関連づけながら教えることで、学生による授業アンケート結果から判断する限り、興味を持って受講していることが判断された。安全性を考慮したデザイン能力の育成は重要な課題であり、今後も教授内容や課題等を検討しながら、改善・見直しを継続したい。

【添付資料】

- 1)平成 25 年度前期「生産材料工学」学生による授業アンケート結果

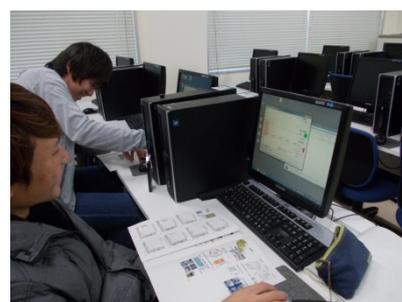
【文献】

- 1)黒木剛司郎他共著、金属の強度と破壊、(森北出版、1977)
- 2)大西、小川、津田、安丸著、材料工学の基礎、(朝倉書店、1995)

【授業名】	計測・制御工学
【実施担当者】	佐藤匡
【実施年月日】	平成25年12月12日
【対象学科・学年】	専攻科・1学年
【参加人数】	5名
【講師】	日本原子力研究開発機構 西田優顕

【実施概要】

福井高専専攻科では、生産システム工学専攻の学生を対象とした計測・制御工学を選択科目として開講している。この科目は、機械、電気、情報系の学生に関連する内容として、制御器設計の基礎と計測機器の基礎を学習する。この授業を活用し、原子力導入教育として、日本原子力研究開発機構敦賀本部 国際原子力人材育成コーディネータの西田優顕様により原子力発電所の計測・制御の講座を開催した。講座内容として、原子力の始まり、原子力発電について、原子燃料サイクル、原子力災害対策についてお話しいただいた後、簡単な原子炉シミュレータ演習を実施した。



授業風景

【成果】

受講生は電気系出身者だけでなく機械系や情報系の学生もいたため、原子力発電について十分理解できていない学生もいたが、基礎的な説明から始め、原子炉シミュレータを用いた演習を通して、原子炉の制御について理解することが出来た。特に制御棒の出し入れによって原子力発電所の出力制御を行っている点などは今回の講座を通して理解することが出来たと考えられる。また、アンケート結果からも受講生の評価は高く、原子力・放射線に対する理解を深めたと言える。

【取組の評価と今後の展開】

原子力発電の動作については、様々な講演等を通じて説明しているが十分に理解されているとはいえない。特に、電気系以外の学生については不十分である。また、電気系の学生についても原子力発電については講義で説明受けているが、シミュレーションを用いた演習を行うことでより理解を深めることが出来る。そのため、もこのような機会を通じて、継続的に原子力・放射線教育を継続的に実施する必要があると考えている。

【添付資料】

1) アンケート

【授業名】 地球物理

【実施担当者】 岡本拓夫

【実施年月日】 平成25年 4月 8日～平成25年 7月29日

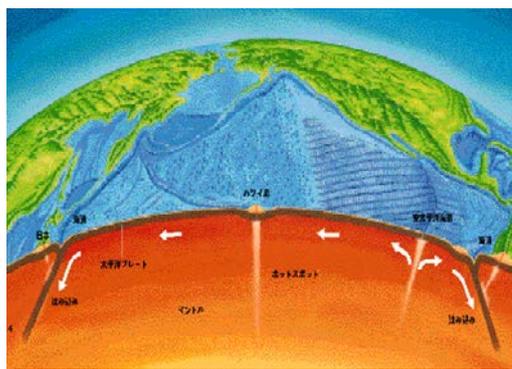
【対象学科・学年】 専攻科・2学年

【参加人数】 約21名

【講師】 岡本拓夫

【実施概要】

現在発生している災害が、過去に経験してきたレベルを超えるようになってきていること。地球物理は、電磁気圏、気圏、海洋、地球内部で発生している事象の因果律を議論する学問で、プレート運動の driving force として核分裂エネルギーが関与していることを、授業で紹介している。



マントル対流 (driving force)

【成果】

担当の岡本が、地学、地球物理学を専攻し、地震学及び固体地球物理学関連の分野を研究しているので、電磁気圏、気圏、海洋、地球内部物理を広く紹介し、特に固体地球物理関連を詳しく紹介している。福井県が地震学的にみても活動的であり、著名な関連研究者を輩出していることにふれるようにしている。原子核物理学との関連は、プレートテクトニクスの原動力が地殻下部に存在するウランの核分裂によることを紹介し、プレートテクトニクスへと繋げて、説明している。

現在地球上で発生している災害の因果律を考えると、地球物理学はその因果律を説明する為の基本的学問に相当し、災害の発生予想を考察する上では欠くことのできない分野であることを理解させることができた。また、最新の県内における地震活動の様子や地震災害の様子を紹介でき、学生の地球物理に関する意識と知識を引き上げられたと思っている。

【取組の評価と今後の展開】

学生達は、福井県が地帯構造や気象学的に典型的な地域で、特徴的な様子を示していることに気づいてくれたと考えられる（レポートで確認）。これからますます発生する確立が高くなってくると思われる気象災害、地震災害、原子力災害の危険性とその対処に関する知識に、少しでも役立てるようにしたいと考えている。

【文献】

- 1) 琵琶湖、滋賀大学湖沼研究所、三共科学選書(1978)
- 2) 物理地学、力武常次・萩原幸男、東海大学出版会(1980)
- 3) 地震学、宇津徳治、共立出版(1991)
- 4) 地球科学入門、内藤玄一・前田直樹、米田出版(2009)

6 近隣の（財）若狭湾エネルギー研究センター、（独）日本原子力研究開発機構、原子力関連企業、各種団体、大学と連携した共同教育（インターンシップ、校外研修（施設見学会）、特別講演会）の実施

6-1 インターンシップ

【名称】 原子力・エネルギー関連企業や機関へのインターンシップ

【実施期間】 平成25年8月20日～8月31日

【対象】 本科 4学年

【参加人数】 本科 延べ10名

【授業の内容】

夏期休業期間を利用し、1～2週間、本科4学年10名を原子力・エネルギー関連企業や機関へインターンシップとして以下のとおり派遣した。

また、学内でインターンシップ報告会を10月22日に実施した。

(1) (独) 日本原子力研究開発機構敦賀本部 (8月20日～24日)

電気電子工学科 1名

(2) 関西電力(株) 原子力事業本部 (8月20日～24日)

機械工学科 1名

電子情報工学科 1名

物質工学科 1名

(3) 北陸電力(株) (8月20日～24日)

電気電子工学科 2名

電子情報工学科 1名

(4) 中部電力(株) (8月25日～30日)

電気電子工学科 2名

(5) 核融合科学研究所 (NIFS) (8月27日～31日)

電子情報工学科 1名

6-2 郊外研修

【研修先】 公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター

【実施担当者】 朝倉相一、石栗慎一

【実施年月日】 平成25年11月13日

【対象学科・学年】 電気電子工学科・2学年

【参加人数】 39名

【講師】 当該施設職員

【実施概要】

若狭湾エネルギー研究センター員による事業紹介、所内の設備見学、質疑応答が行われた。施設見学では、透過型電子顕微鏡や高エネルギーイオン照射室などの見学を行った。特に、高エネルギービームの利用研究すなわち、粒子線がん治療研究、イオンビームを用いた植物の品種改良などについて重点的に研修を実施した。



若狭湾エネルギー研究センターの見学風景

【成果】

若狭湾エネルギー研究センターの見学を通して、様々な放射線応用技術が利用されていることを理解した。特に、高エネルギービームの利用に対する興味を喚起した。また、放射線管理区域の管理方法等についても実際に目にすることが出来、放射線管理の知見についても得ることが出来た。

【取組の評価と今後の展開】

福井県内には様々な原子力・放射線関連施設がある。これらの施設等の見学により、原子力・放射線について改めて知る良い機会になっている。今後とも継続的にこれらの施設等を見学を進めることで原子力・放射線の理解を推進することが出来ると考えている。

【添付資料】

1) アンケート

- 【研 修 先】** 北陸電力株式会社志賀原子力発電所
【実施担当者】 西野純一、後反克典、小寺光雄
【実施年月日】 平成25年 8月 2日
【対象学科・学年】 物質工学科・2学年
【参加人数】 44名（学生41名、教員3名）
【講 師】 当該施設職員および北陸原子力懇談会職員
【実施概要】

今回訪ねた北陸電力志賀原子力発電所は、沸騰水型軽水炉で、1、2号機合わせて定格1898MWの電力を供給可能である。何重にも安全が図られ、万が一の災害にも十分に耐えられるような設備が施されていることが見学できるようになっていた。また、福浦風力発電所、志賀太陽光発電所の二種類のクリーンエネルギーの施設も見学した。学生は、太陽光発電所、風力発電所および沸騰水型原子力発電所の内部を見学し、その実際の規模と発電されるエネルギーとの関係について体験させた。また、原子力発電所の付設のアリス館志賀にて原子力発電所についての講義を受けた後、同館を見学した。

【成果】

本校物質工学科の卒業生も、原子力関連の企業に就職している。本科の低学年における物理や化学の授業で壊変現象や半減期などの基本的な事象については、基礎知識として教授し、5学年においては「放射線概論」の選択講義も開講しているが、今回の体験的な研修でより身近なものとして感じさせることができた。また、安全対策の考え方を学ばせることができた。

【取組の評価と今後の展開】

持続可能な日本国の経済発展のためには、エネルギー源の安定供給、石油代替エネルギー開発、省エネルギーの推進が政策の柱となっており、本校の学生には低学年より、エネルギー関連施設を見学させ、エネルギー生産および省エネルギーの重要性を実感させる必要がある。これから先、輸出が伸び悩む中エネルギー自給率を増大させる以外に、持続可能な社会を形成することは困難である。原子力エネルギーを闇雲に反対するのではなく、再生可能エネルギーや核融合発電が原子力にとって代われる日まで安全を第一に運用していく方が大事ではないかと考えられる。また、中国はこの先、50年間で100基以上の原子力発電所を増設することをうたっている。このように、原子力技術開発にも、また、近隣諸国からの放射能汚染から守るためにも原子力事業に携わり安全技術の蓄積をする必要がある。さらに、安全保障の観点からも現在ある原子力発電所がプルトニウムを生産できる事の重要性も訴えていかなければならない。最後にアンケートの内容は再検討を要するとの意見が多数あったので改善していただきたい。



図 1. アリス館志賀での講義風景
志賀原子力発電所の概要と安全に関する取り組み及び構内のシーム調査についての説明を受ける。



図 2. 福浦風力発電所見学
福浦風力発電所に関する説明を受ける

【添付資料】

1) アンケート

- 【研 修 先】 人と未来防災センター、神戸港震災メモリアルパーク
 【実施担当者】 辻子裕二、岡本拓夫
 【実施年月日】 平成25年11月9日（土）
 【対象学科・学年】 専攻科・1学年
 【参加人数】 13名（学生11名、引率教員2名）
 【講 師】 辻子裕二、岡本拓夫、当該施設職員および福井県防災士会
 【実施概要】

人と防災未来センターならびに神戸港震災メモリアルパークを目的地としたバス研修を実施し、その行程において一般防災と原子力防災に関する対応の違い等について学習機会を設けた。引率教員だけでなく、地域の防災士（会）からのアドバイスを受ける共同教育体制をとった。

【成果】

専攻科において「都市防災システム」を受講中の専攻科1年生11名を対象に、バスによる研修とした。この研修は教員と地域の団体である福井県防災士会との共同教育という形態をとった。車中において、一般防災（津波に関すること／緊急地震速報に関すること）ならびに福井県総合防災訓練のDVDを鑑賞し、アイスブレイキングと基礎的な防災知識の共有化を図った。その後、福井県防災士会員（地元鯖江市における地域防災会議原子力専門部会委員）より、鯖江市地域防災計画（原子力災害対策編）に関する公開資料が配布され、防護措置の種類等について説明があった。特に、福井高専はUPZの範囲にあることから、慌てないで行動することの重要性について説明がなされた。偶然にも、研修実施日前日に鯖江市防災会議が開催され、バス旅行当日の朝刊においてその報告があったことからタイムリーな研修となった。原子力災害対策編に関するパブリックコメントについても紹介があり、一般住民が原子力防災を理解する上での留意事項等についても説明があった。

人と防災未来センターでは、約90分をかけて地震防災に関する映像（兵庫県南部地震のシ

ミュレーション映像、同ドキュメンタリー映像、東日本大震災の傷跡)等を見ながら館内を見学した。同センター見学後には参加者が入り混じって、センター内にあるレストランにおいて合同で食事会を開催し、意見交換を行った。午後は神戸港震災メモリアルパークへ移動し、同行した福井高専岡本教授より液状化ならびに側方流動に関する説明があった。

【取組の評価と今後の展開】

都市防災システム受講者は例年より少ない11名であった。出来る限り多くの方々と防災に関する意見公開を行って欲しいとの意図で、福井県防災士会に多くの方の参加を依頼し、全体で28名の参加となった。今回は地震と津波の映像を見ながら原子力防災を想起させるスタイルとした。人と未来防災センターの映像が大変衝撃的であったことと地元鯖江市における防災会議のタイミングもあって、原子力防災の重要性がある程度伝わったのではないかと考えている。

「都市防災システム」の後半では、鯖江市地域防災会議原子力専門部会委員長による特別講演も予定しており、本研修とその具体的な中身との関連が理解し易いように組み立てている。



人と防災未来センター前にて

【添付資料】

- 1) アンケート

6-3 特別講演会

【授 業 名】 福島第一原発事故により飛散した放射性物質の放射能調査

【実施担当者】 米田知晃

【実施年月日】 平成25年11月22日

【対象学科・学年】 電気電子工学科・4、5学年、専攻科生

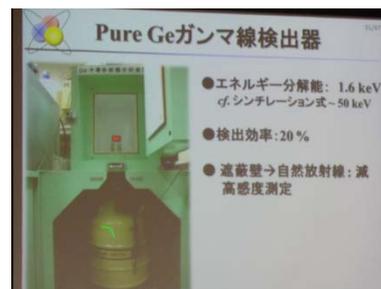
【参加人数】 80名

【講 師】 神奈川大学 総合理学研究所 特別助教 星野靖

【実施概要】

講演では、放射線の基礎として、放射線の発見、利用方法、放射線検出器の原理等の説明を行い、その後福島第1原子力発電所事故により飛散した放射性物質の調査結果について話をさせて頂きました。

神奈川大学構内の土の核種分析結果から、放射性ヨウ素が半減期に一致するように減少しており、水素爆発以降は放射性物質の拡散が止まっているデータを示された。また、福島県内の土についての報告もあり、神奈川県と異なり非常に高い放射性物質が含まれていることも示された。一方、除染については、時間経過と共に地中深い部分まで放射性物質が拡散しているため、早い時期にある一定の深さまで除去することで十分な除染効果が示せるとのデータも示された。



講演会の様子

【成果】

テレビや新聞等のニュースでは聞いたことがあったが、実際に分析調査を行った人からの話を聞くことは初めてであり、具体的なデータを示しながらの説明には強い関心を示した。一方で短時間での説明だったため、十分に理解できていないこともあったようだ。

【取組の評価と今後の展開】

福島第1原子力発電所の事故によって原子力の危険性についての話が報道されているが、本校の学生は十分に理解できていないことも多いのが現状である。本講演を通じて、実際に様々な調査が行われていること、自己由来でない放射線の存在などについて考えるきっかけになることを期待している。一方、原子力の問題は科学的な問題だけでなく社会的な問題なども多く含まれている。これらの点についても機会があれば、新しい知見を得る機会を与えたいと考えている。

【添付資料】

1) アンケート

- 【授業名】 原子力事故と防災対策について
- 【実施担当者】 辻子裕二、吉田雅穂
- 【実施年月日】 平成25年1月22日（水）
- 【対象学科・学年】 専攻科1年生および関係教員
- 【参加人数】 14名
- 【講師】 鯖江市地域防災計画専門部会（原子力災害対策編策定委員会）委員長
福井工業大学原子力応用工学科教授 寺川和良 氏

【実施概要】

鯖江市地域防災計画（原子力災害対策編）の策定委員長を務められている福井工業大学原子力応用工学科教授の寺川和良先生をお招きし、放射線の基礎から「防災」まで緻密な資料に基づきご講演を頂いた。



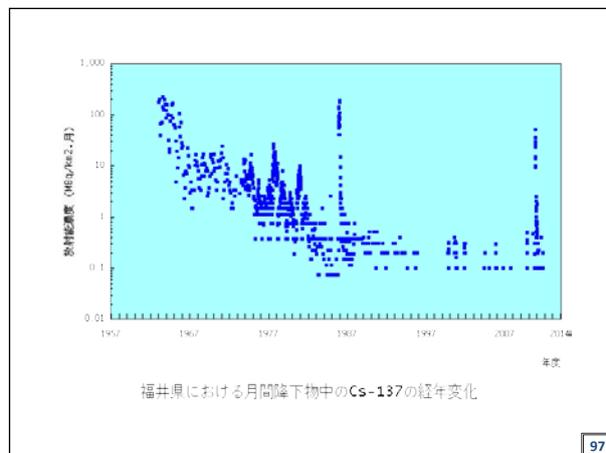
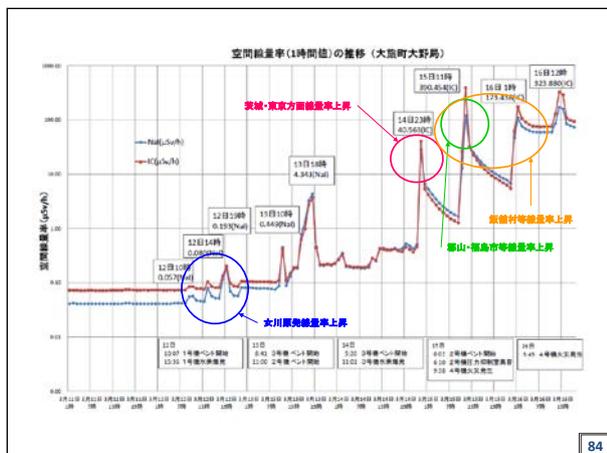
【成果】

特別講演には「都市防災システム」を受講する専攻科1学年11名と原子力防災に興味を持つ教員3名が参加した。

講演は基礎的事項である地球上に存在する放射核種の解説に始まり、県内の発電所における気体廃棄物の放出実績、県内各地の放射線量分布と花崗岩との関係、国民線量に占める医療関連の被曝の割合、県内特産物の自然放射能等、導入部分では初心者でも大変興味を持てる内容の紹介があった。その後、ALARAの考え方、深層防護、防災の位置づけ、IAEAの考え方、AM（アクシデントマネジメント）の考え方、事象の捉え方等、原子力防災の考え方が示された。続いて、シビアアクシデント（過酷事故）に対する防災の考え方が示された。ウインズケールやチェルノブイリ、スリーマイルの事故事例を交え、福井県美浜2号機事故の詳細についても紹介された。

寺川和良先生による特別講演「都市防災システム」受講生に対して長時間に渡り原子力防災についてお話をいただきました。

後半には、過去に実施された福井県原子力総合防災訓練の想定が示された。福島空間線量率データに基づき、プルーム飛来時の外出の危険性と屋内退避措置の有効性にも触れられた。



寺川和良先生による特別講演中の資料の抜粋

福井県における具体的なデータを示しながら、過去から現在までの放射線量の変化について解説いただきました。

【取組の評価と今後の展開】

緻密なデータに基づく、具体的防災対策を学ぶことができた。今後は、鯖江市の原子力防災だけでなく、隣接する福井市ならびに越前市などの地域防災計画（原子力災害対策編）と比較しながら、最も効率的な防護方法についてディスカッションを行いたいと考えている。

【添付資料】

1) アンケート

7 「サイエンスクラブ」による地元小中学生を対象とした工作体験、体験授業、出前授業

7-1 工作体験（事業名称：「第3回 災害に役立つ！防災グッズ工作教室」）

【実施担当者】 西仁司、加藤清考、サイエンスクラブ学生14名

【実施年月日】 平成25年8月10日

【実施場所】 本校創成教育ラボ

【対象者】 小学生とその保護者

【参加人数】 小学生21名

【実施概要】

8月10日本校創成教育ラボにおいて、午前の部・午後の部2回に分けて、「第3回 災害に役立つ！防災グッズ工作教室」を実施した。この工作体験は、丹南ケーブルテレビと共同で実施した企画で、今年で3回目になる。

工作教室では初めに、西教員が30分サイエンス教室を行い、原子力発電を含むエネルギーと発電の仕組み等について解説した。

サイエンス教室の後、災害に役立つ手回し式ダイナモ発電ラジオキットの工作を行った。サイエンスクラブ学生が、製作手順説明を10分行った後、学生のサポートのもと製作した。

なお、本企画は、情報誌（丹南ケーブルTVガイド）上で上記対象者に参加募集し、当日の様子は、たんなんスマイルTV091chのニュース番組『ピックアップレポート』で放送された。また、工作体験の開催報告が、情報誌10月号に掲載された。



開催報告

丹南ケーブルテレビ番組ガイド2013年10月号に掲載された開催報告書。

【成果】

この工作教室をとおして、担当したサイエンスクラブの学生は、①ラジオキット製作および周辺の知識を身につけることにより、本校学習教育目標JB（幅広い工業的要素、得意とする専門技術の基礎能力及び応用能力の育成）を、また②小学生とその保護者に分かりやすく説明することにより、本校学習教育目標JD（コミュニケーション基礎能力とプレゼンテーション能力の育成）を、達成させるのに役立てた。

この工作教室に参加した小学生とその保護者は、原子力に関するエネルギーと発電の仕組みに関する基礎知識を学んだ上で、災害時に役立つラジオキットを持ちかえることが出来た。

工作終了後には、参加者に対してアンケートを実施し、小学生からは、「いろいろ手伝ってくれてうれしかったです。もし高専に行けたら、おにいさんみたいになりたいです。」などの意見が得られ、保護者からは、「こども1人に1人、高専の学生さんが付いてくれて、機械オンチでも安心して連れて来てやる事が出来て良かったです」などのコメントが得られた。

【今後の展開】

今後も継続して、丹南ケーブルテレビとの共同でこのような工作教室を実施していきたい。特に、霧箱キットや、放射線計測機などを使用した原子力関係のオリジナルな工作等を開発したい。

7-2 体験授業(事業名称：女子中学生と保護者のための公開講座「放射線のABC」)

【実施担当者】 加藤清考、池田昌弘、サイエンスクラブ女子学生3名

【実施年月日】 平成25年9月21日

【実施場所】 本校応用物理実験室

【対象者】 中学生

【参加人数】 28名

【実施概要】

女子中学生とその保護者を対象とした公開講座に、2年前からサイエンスクラブも参加し、放射線の正しい基礎知識を解説するとともに、霧箱実験や、ガイガーカウンターを用いて放射線の観察をした。

女子中学生が対象ということで、サイエンスクラブの女子学生3名が放射線の基礎知識や、霧箱の原理に関するプレゼンテーションおよび、放射線観察実験のサポートを行った。

霧箱実験では、女子中学生1人にキット1個を割り当て、放射線による飛跡の観察が出来た。

【成果】

この公開講座をとおして、担当したサイエンスクラブの学生は、①放射線実験補助および放射線の知識を身につけることにより、本校学習教育目標JB(幅広い工業的要素、得意とする専門技術の基礎能力及び応用能力の育成)を、また②女子中学生とその保護者に分かりやすく説明することにより、本校学習教育目標JD(コミュニケーション基礎能力とプレゼンテーション能力の育成)を、達成させるのに役立てた。

この公開講座に参加した女子中学生とその保護者は、放射線および放射能に関する基礎知識を学んだ上で、放射線実験を用いて放射線の観測が出来た。

【今後の展開】

今後も継続して、サイエンスクラブによる公開講座を実施していきたい。特に、霧箱キットや、放射線計測機などを使用した原子力関係のオリジナルな教材を開発したい。



公開講座の様子

サイエンスクラブ女子学生がパワーポイントを用いて放射線の基礎知識をプレゼンテーションした。



放射線計測実験の様子

参加中学生と保護者は、サイエンスクラブ学生の指導のもと、ガイガーカウンターを用いて放射線の計測実験をした。

7-3 出前授業（事業名称：サイエンス教室 in 丹南産業フェア 2013）

【実施担当者】 丸山晃生、加藤清考、池田昌弘、サイエンスクラブ学生16名

【実施年月日】 平成25年9月22日

【実施場所】 サンドーム福井

【対象者】 地域住民

【参加人数】 約200名

【実施概要】

武生商工会議所主催の丹南産業フェア 2013にて、サイエンスクラブの出前授業を行った。この企画は地域連携テクノセンターからの依頼で実施したもので、当日は教員3名及びサイエンスクラブ学生16名がサンドーム福井において「サイエンス教室 in 丹南産業フェア 2013」というテーマで出前授業を行った。

サイエンス教室にはおよそ100名の子供とその保護者が参加した。

この出前授業はブース型方式で、霧箱や放射線計測器による放射線の観察実験の他、ホバークラフト製作、ガウス加速器実験、バンデグラフを使った静電気実験を行い、各ブースはサイエンスクラブ学生が分担して担当した。

【成果】

この出前授業をとおして、担当したサイエンスクラブの学生は、①各分担テーマの基礎知識を身につけることにより、本校学習教育目標JB（幅広い工業的要素、得意とする専門技術の基礎能力及び応用能力の育成）を、また、②地域住民に分かりやすく説明することにより、本校学習教育目標JD（コミュニケーション基礎能力とプレゼンテーション能力の育成）を、達成させるのに役立てた。

この出前授業に参加した地域住民は、放射線および放射能に関する基礎知識を含む、科学の基礎知識を学んだ上で、興味深い科学実験を体験することが出来た。

【今後の展開】

今後も継続して、サイエンスクラブによる出前授業を実施していきたい。また、小学校への出前授業にも積極的に行いたい。



丹南産業フェア 2013 での
サイエンス教室の様子

サンドーム福井内で、福井高専を含む、越前市でもものづくりに取り組む100以上の企業等が参加した。



放射線観察の様子

放射線観察では、地域住民が、霧箱や放射線計測器を用いて放射線を観察し、放射線の基礎を学んだ。

8. まとめ

本校は、昨年度に引き続き、原子力立地県に位置する技術者育成の高等教育機関として、全学科の学生に放射線に対する正しい知識と理解を基礎的素養として身に付けさせることを主眼とし、電気電子工学科が先導する形で各学科に必要な原子力教育を実践してきた。また、大震災後の技術者教育として、環境都市工学科や専攻科を中心に、原子力施設の安全性、防災対策、危機管理に関する教育を継続して実践してきた。

今後、これらの教育、校外研修、インターンシップ、特別講演会等の取り組みを、福井県及び県内の原子力関係施設並びに大学等と連携し、原子力関連技術者の育成を行っていききたい。